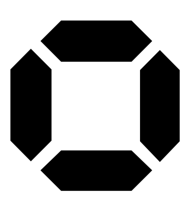
UNIVERSITÄT ESSEN



4. Essener Baupraxis-Seminar

Benrather Karree

2001/2002

Redaktion:
T. Braasch
M. Kattenbusch

November 2002

ISSN 0947-0921
FORSCHUNGSBERICHT AUS DEM FACHBEREICH BAUWESEN 97

Forschungsbericht aus dem Fachbereich Bauwesen Heft 97
ISSN 0947-0921

Herausgeber:
Der Dekan des Fachbereichs 10 – Bauwesen an der Universität Essen

©2002: Dipl.-Ing. Timm Braasch

Universität Essen
Fachbereich Bauwesen
Institut für Massivbau
45117 Essen
DEUTSCHLAND

Redaktionelle Leitung:

Dipl.-Ing. Timm Braasch
Dipl.-Ing. Markus Kattenbusch

Das Organisationsteam bedankt sich herzlich für die fachliche und fachkundige Betreuung bei (in alphabetischer Reihenfolge):
Dipl.-Ing. C. Breuer, Dr.-Ing. W. Buschmeyer, Dipl.-Ing. J. Fuhrmann, Dipl.-Ing. A. Kisse
Dipl.-Ing. D. Langensiepen, Dipl.-Ing. D. Noosten und Dipl.-Ing. M. Wehling.

Der Fachbereich bedankt sich für die Unterstützung des Seminars beim Initiativkreis (in alphabetischer Reihenfolge):

Bilfinger + Berger Bau AG, BWI-Bau, Emschergenossenschaft Lippeverband,
Gerling Konzern Allg.Vers.-AG, Hochtief AG, HPP Hentrich-Petschnigg & Partner KG,
Landschaftsverband Rheinland, vodafone Pilotentwicklungsgesellschaft mbH,
V & M Deutschland GmbH, Walter Bau AG

Grußwort

Die Mitarbeiter sind das Kapital einer Bauunternehmung. Daher sieht die E. Heitkamp GmbH die Förderung des Nachwuchses als eine zentrale Aufgabe an. Sehr gerne unterstützen wir deshalb Projekte an Universitäten und Hochschulen, die Studierende des Bauingenieurwesens an die Praxis heranführen. Wir hoffen, dadurch zukünftigen Führungsnachwuchs für die vielfältigen Aufgabengebiete in einem Baubetrieb begeistern zu können.

Im Interesse der Studierenden wie auch in unserem liegt es, die Ausbildung den Erfordernissen der beruflichen Realität anzupassen. Dies gilt umso mehr, als sich die Baubranche seit Jahren einem tiefgreifenden Strukturwandel ausgesetzt sieht.

Neue Schwerpunkte treten neben die technische Realisierung von Bauvorhaben: Bauunternehmen werden häufig schon in frühe Projektphasen eingebunden. Damit geht wachsende Verantwortung für Planung und Konzeption von Projekten einher. Komplexe Projekte bedingen komplexe Verträge und enge terminliche Vorgaben, denen während der Ausführung entsprochen werden muss. Um Bauwerke im hart umkämpften Markt erfolgreich abzuwickeln, ist eine konsequente Kosten-, Termin- und Qualitätskontrolle zwingend erforderlich.

Risiken von Bauprojekten rechtzeitig zu erkennen und erfolgreich abzuwenden sowie Chancen zu nutzen, sind originäre Aufgaben der Projektverantwortlichen. Dazu trägt eine interdisziplinäre Ausbildung mit Bezug zur Praxis entscheidend bei. Gerade deshalb schätzen wir das Interesse der Studenten, sich schon während des Studiums mit den Realitäten der Bauabwicklung auseinander zu setzen.

Dieses Interesse haben wir im Rahmen des diesjährigen Seminars in hohem Maße bei den teilnehmenden Studenten gefunden. Die Gelegenheit, sich am Beispiel eines ausgewählten Projektes – einem hochwertigen Bürogebäude in der Innenstadt von Düsseldorf – mit den Anforderungen des schlüsselfertigen Bauens auseinander zu setzen, wurde mit großem Engagement genutzt.

Es hat uns Freude gemacht zu sehen, dass sich der Ingenieurnachwuchs durch die anhaltend negativen Meldungen über die Entwicklung der Baukonjunktur nicht die Begeisterung und das Interesse an dem künftigen Betätigungsfeld nehmen lässt. Wir wünschen allen Beteiligten, dass die während des Seminars gewonnenen Erkenntnisse den Sprung in die Praxis erleichtern. Hoffentlich werden auch in nachfolgenden Studiengenerationen durch derartige Seminare Theorie und Praxis einander näher gebracht.

Herne, im August 2002

Dipl.-Ing. J. Zantis

Vorwort des Dekans

Das Essener Baupraxis Seminar, das nunmehr in der 4. Auflage vom Fachbereich Bauwesen angeboten wurde, bietet den Studierenden des Bauingenieurwesens an der Universität Essen eine exzellente Möglichkeit, bereits während des Studiums einen vertiefenden Einblick in die „Geheimnisse“ der Baupraxis zu erlangen.

Über Jahrzehnte hat man sich in Deutschland daran gewöhnt, dass zu Beginn des Ingenieurstudiums Theorie gebüffelt wird und erst darauf aufbauend die Praxis zu ihrem Recht kommt. Im Bauwesen der Universität Essen wird sehr großes Gewicht auf die Praxisanteile im gesamten Studiumsverlauf gelegt. Mit einem reichhaltigen Studienangebot und begleitenden Veranstaltungen, Mentoren- und Tutorenprogramme und Konstruktionswettbewerben für Erstsemester, wird der Praxisbezug frühzeitig hergestellt und gefördert.

Insbesondere der Initiativkreis aus der Bauwirtschaft, der in gewohnt bewährter Manier auch das diesjährige Baupraxis Seminar unterstützt hat, trägt zu dieser Verflechtung aus Theorie und Praxis bei.

Am Beispiel des Neubaus des Büro- und Geschäftshauses „Benrather Karree“ in Düsseldorf konnten 15 ausgewählte Studenten/innen ihre Kenntnisse auf die Probe stellen.

Zunächst wurde das Bauvorhaben auf einer ersten Exkursion zu Beginn des Seminars in Augenschein genommen. Daran anschließend wurden die Besonderheiten dieses außergewöhnlichen Bürogebäudes in den verschiedenen Vortragsreihen detailliert dargestellt. Besonders beeindruckend ist bei diesem Bauvorhaben die Deckelbauweise, d.h. das zeitgleiche Bauen noch unten wie nach oben. Darüber hinaus bot die Technik der transluzenten Fassaden großen Diskussionsstoff sowohl bei den Studierenden als auch bei den Vertretern der Baupraxis. Die zweite Exkursion zum Ende des Sommersemesters 2002 bildete den krönenden Abschluss eines rundum gelungenen Seminars. Besonders die Geschwindigkeit des Baufortschritts wurde allen Besuchern der beiden Exkursionen deutlich und faszinierte zusätzlich.

Der Dank des Fachbereiches richtet sich neben dem Initiativkreis in besonderem Maße an die Herren Zantis und Sawalies von der ausführenden Bauunternehmung E. Heitkamp mit ihrem Baustellenpersonal unter der Projektleitung von Herrn Reischel. Darüber hinaus möchten wir uns ausdrücklich beim Bauherrn der Hines Projektentwicklung bedanken.

Dank auch an die Studierenden sowie die betreuenden Kollegen des Fachbereiches für die Ausarbeitung der Vorträge und der schriftlichen Fassungen, die Sie hoffentlich mit Interesse lesen werden.

Essen, im September 2002

Univ.-Prof. Dr.-Ing. R. Widmann

Inhalt

1 PROJEKTENTSTEHUNG 9

1.1 DER IMMOBILIENMARKT DÜSSELDORF IM NATIONALEN UND INTERNATIONALEN VERGLEICH 9
1.2 GESETZE, VERORDNUNGEN UND RICHTLINIEN 15
1.3 DIE BAULEITPLANUNG 20
1.4 DIE ZULÄSSIGKEIT VON VORHABEN 26
1.5 BAUORDNUNGSRECHT 28
1.6 LITERATUR 31

2 PROJEKTMANAGEMENT/-QUALITÄT 33

2.1 PROJEKTMANAGEMENT 33
2.2 QUALITÄTSMANAGEMENT 35
2.3 KOSTENMANAGEMENT 39
2.4 PROJEKTSTEUERUNG 42
2.5 LITERATUR 48

3 GRUNDBAU UND ROHBAUTECHNIK 49

3.1 SCHLITZWÄNDE UND PRIMÄRSTÜTZEN 49
3.2 DECKELBAUWEISE 54
3.3 WASSERUNDURCHLÄSSIGE BAUWERKE AUS BETON 58
3.4 FLACHDECKEN IN STAHLBETONBAUWEISE 63
3.5 LITERATUR 70

4 LOGISTIK / INNENAUSBAU 72

4.1 LOGISTIK IM AUSBAU 72
4.2 VORGABEWERTE IM INNENAUSBAU 77
4.3 ENERGIE- UND WÄRMESCHUTZ 82
4.4 FASSADEN 90
4.5 LITERATUR 95

1 Projektentstehung

1.1 Der Immobilienmarkt Düsseldorf im nationalen und internationalen Vergleich

Bearbeitet von: Christian Möller

1.1.1 Überblick

Auf dem langen Weg bis zur Fertigstellung eines Bauvorhabens steht an erster Stelle die Entscheidung eines Investors, seine Finanzmittel dort einzusetzen, wo er eine adäquate Rendite erwirtschaften kann. Beim Bauvorhaben „Benrather Karree" tritt als Investor die Firma Hines auf, ein amerikanischer Projektentwickler, der über 21 Millionen Quadratmeter in über 600 Projekten in seinem Portfolio hält.

Bei der Projektentstehung muss sich Düsseldorf einem internationalen und nationalen Vergleich stellen. Im Rahmen dieses Standort-Screenings wird die bisherige Entwicklung des Standortes beleuchtet und das zukünftige Potenzial abgeschätzt, um abschließend eine Renditeprognose des Büro- und Geschäftshauses „Benrather Karree" abgeben und diese Rendite sowohl national als auch international einordnen zu können.

Im nationalen Vergleich gibt es in Deutschland mit Berlin, Düsseldorf, Frankfurt/Main, Hamburg und der Region München fünf Immobilienhochburgen, die im Wettbewerb zueinander stehen. Die nationale Untersuchung beschränkt sich aus Gründen der Übersichtlichkeit auf diese Standorte. Stand der Datenerhebung ist drittes Quartal 2001, deswegen ist die Prognose für das Jahr 2001 nur mit einem kleinen Unsicherheitsfaktor behaftet.

1.1.2 Büroflächenbestand

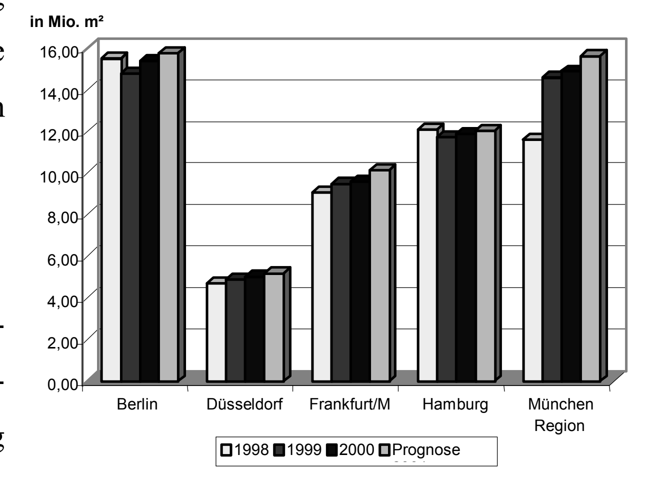


Bild 1-1: Büroflächenbestand 1998-2001

In den Jahren 1998-2001 ist der Büroflächenbestand in den Städten Berlin, Düsseldorf, Frankfurt/Main und Hamburg nahezu konstant geblieben, allenfalls waren geringe Zuwächse zu verzeichnen (Bild 1-1). Einen erheblichen Zuwachs konnte hingegen München (Region) von 1998 zu 1999 ausweisen: Die Bürofläche dort wuchs um fast 3,0 Millionen Quadratmeter – eine Steigerung

von ca. 25 %. Im absoluten Vergleich ist Düsseldorf mit Abstand der kleinste Immobilienmarkt. Frankfurt/Main besitzt mehr als doppelt so viel Bürofläche, Hamburg fast dreimal und Berlin und München (Region) sogar fast viermal so viel. In der nahen Zukunft ist in allen Städten außer in Berlin mit erheblichen Zuwächsen der Bürofläche zu rechnen [1.3].

1.1.3 Büroflächenumsatz und Leerstandsrate

Die Büroflächenumsatzzahlen in den Jahren 1998-1999 weisen bundesweit leichte bis mittlere Zuwächse auf. Vorreiter ist Hamburg mit einem Umsatzplus von 25 %. Einzige Ausnahme ist Frankfurt/Main, dort sinken die Umsätze um 17 % (Bild 1-2).

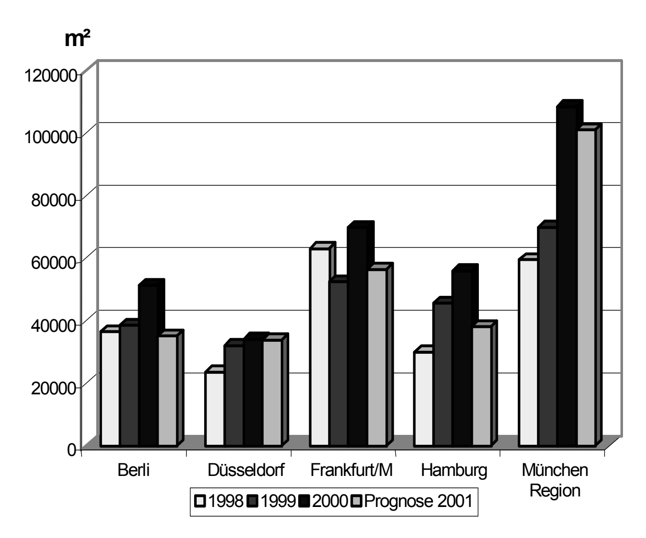


Bild 1-2: Büroflächenumsatz 1998-2001

Anschließend folgt jedoch das Rekordjahr 2001 mit beeindruckenden Wachstumsraten. München (Region) baut seinen Vorsprung bei den Umsatzzahlen durch einen gewaltigen Zuwachs von fast 40 % aus. Erstmals werden in einem Jahr über 1,0 Millionen Quadratmeter Bürofläche neu vermietet. Düsseldorf hat im gleichen Zeitraum sein Vorjahresniveau nur knapp überschreiten können.

Triebfeder dieser rasanten Entwicklung ist die gute allgemeine Wirtschaftskonjunktur, insbesondere der Boom der Technologie-, Medien- und Telekommunikationsbranche (TMT). Durch erfolgreiche Neuemissionen am Neuen Markt werden junge Firmen dieser Branche mit zum Teil enormen Geldmitteln ausgestattet, welche vielfach in repräsentative Firmengebäude investiert werden. Besonders ausgeprägt ist diese Entwicklung in München (Region) zu beobachten.

Im Jahr 2001 ist dann der Höhepunkt dieser Entwicklung überschritten: in Berlin, Frankfurt/Main und Hamburg verringert sich der Umsatz um fast 100.000, in München (Region) um ca. 50.000 Quadratmeter. Im Gegensatz dazu bleibt der Büroflächenumsatz in Düsseldorf nahezu konstant. Hier partizipierte man also nicht an den sprunghaften Zuwächsen 2000, man erlitt aber auch keine nennenswerten Einbrüche 2001.

In allen Hochburgen ist ein weiterer Trend zu verzeichnen: der Anteil der Vermietungen in Toplagen mit Bürospitzenmieten – der so genannten 1A-Lage – steigt von 20 auf 29 %. Dabei beschränken sich die Firmen nicht mehr nur auf innerstädtische, zentrale Lagen, sondern

vermehrt nachgefragt werden innenstadtnahe Bürostandorte, die infrastrukturell eng an die City angebunden sind (Bsp.: Hafen in Hamburg und Düsseldorf).

Umgekehrt proportional verhält sich die lokale Leerstandsrate. Bei hohem Umsatz und steigender Nachfrage sinkt der Anteil der nicht vermieteten Büroflächen. So reduzierte sich in Frankfurt/Main die Leerstandsrate von 1999 bis 2000 um mehr als 60 %.

Einen bedenklich niedrigen Stand erreicht München (Region): Bei einem Anteil nicht vermieteter Büroflächen von weniger als 1 % finden Firmen kaum noch neue Räumlichkeiten. Gleiche Tendenzen sind am Wohnungsmarkt zu beobachten, d. h. die Firmen haben Probleme, neue Mitarbeiter an die Isar zu holen, da Wohnungen für diese Fachkräfte nur schwer zu finden sind.

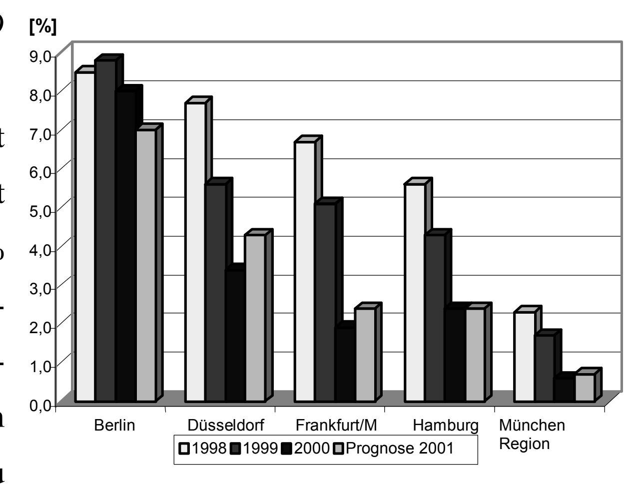


Bild 1-3: Leerstandsrate 1998-2001

Konstant hohe Leerstandsraten finden sich in Berlin. Dort wurden nach der Wiedervereinigung – forciert noch einmal durch den Umzug der Bundesregierung – vielfach Büroneubauten erstellt, die sich als nicht konkurrenzfähig erwiesen, da sie von der Ausstattung oder der Lage her nicht den Wünschen der potenziellen Mieter entsprechen.

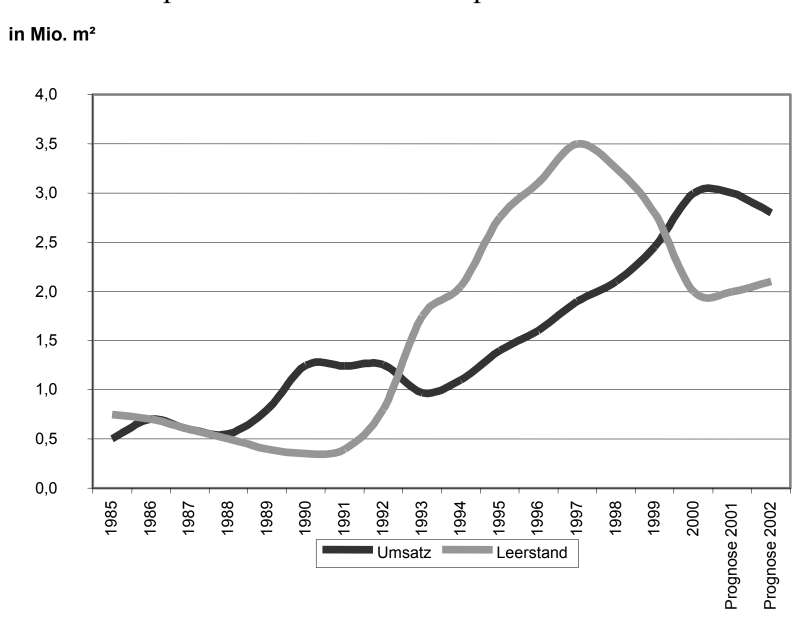


Bild 1-4: Leerstandszahlen

Analog zu den lokalen Entwicklungen kann man auch bundesweit einen Zusammenhang zwischen Büroflächenumsatz und Leerstand erkennen. Die Umsatzkurve aller fünf Immobilienhochburgen zusammen steigt seit 1993 an und erreicht in den Jahren 2001/2002 ihren Höhe-

punkt mit fast 3,0 Millionen Quadratmetern. Antizyklisch dazu ist der Verlauf des Leerstands. Nach 3,5 Millionen Quadratmetern im Jahr 1997 fällt sie in drei Jahren auf 2,0 Millionen Quadratmetern ab. Dies entspricht einer Leerstandsrate von 3,3 % (Euro-Zone 3,1 %).
Eine Tendenz deutet sich für die nahe Zukunft an. Es ist anzunehmen, dass der Umsatz wieder zurückgeht und im Gegenzug die Leerstandsrate erneut anzieht.

1.1.4 Bürospitzenmieten

Die Spitzenmieten für Objekte in 1A-Lage werden durch die lokale, regionale und überregionale Lage und infrastrukturelle Anbindung zu Stadt- und Wirtschaftszentren, die Ausstattung, insbesondere aber auch durch Angebot und Nachfrage beeinflusst [1.4].

Der qualitative Vergleich der Verläufe gleicht sich: ein konstantes Wachstum bis 2001, danach kühlt sich die Entwicklung merklich ab. Dies korreliert eindeutig mit der Entwicklung des Büroflächenumsatzes und der Leerstandsrate.

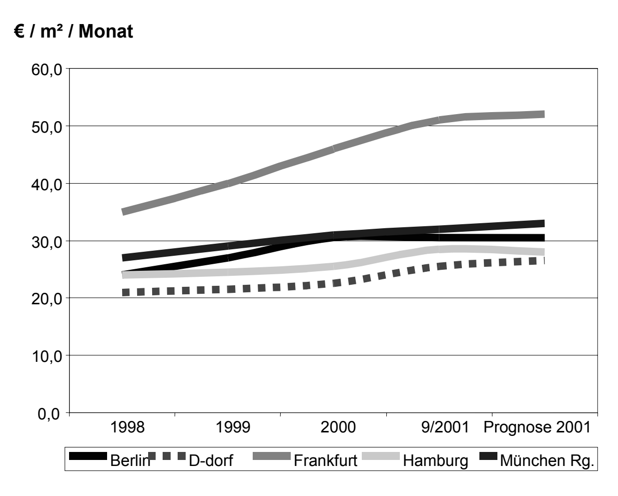


Bild 1-5: Bürospitzenmieten national

Eine weitere Entwicklung drückt zusätzlich die zu erzielende Spitzenmiete: Während in Zeiten hoher Leerstandsraten Investoren mit dem Baubeginn neuer Büroimmobilien zur Risikominimierung so lange warten, bis ein hoher Anteil der Büroflächen vorvermietet ist, werden bei einem Immobilienmarkt mit hoher Nachfrage vermehrt Objekte spekulativ gebaut, die bei Fertigstellung einem – wie hier – sinkendem Büroflächenumsatz gegenüberstehen und dadurch dämpfend auf die Bürospitzenmieten wirken. Es wird erwartet, dass sich in allen fünf Immobilienhochburgen im Zeitraum 2000-2002 die bei Baubeginn noch nicht vorvermietete Fläche fast verfünffachen wird (von 328.000 m^2 auf 1.720.000 m^2).

Die hohen Spitzenmieten, die in Frankfurt/Main erzielt werden, werden durch eine breite Nachfrage aus dem Banken-, Finanzdienstleistungs- und Versicherungssektor getragen. Dabei wird vielfach Wert auf exzellente Lage, Gebäudeausstattung und –sicherheit gelegt. Zusammen mit einem geringen Angebot an bebaubaren Flächen resultiert daraus ein Quadratmeterpreis von über € 50 pro Monat. Die Ansiedlung der Europäischen Zentralbank in Frankfurt/Main hat diesen Trend zusätzlich verschärft.

Der internationale Vergleich zeigt die vier Städte Berlin, Düsseldorf, Hamburg und München (Region) im Mittelfeld der Bürospitzenmieten, während Frankfurt/Main, sollte es die Entwicklung der letzten Jahre fortsetzen, Paris als zweitteuersten Markt für Büroimmobilien ablösen kann [1.5]. Die herausragende Stellung Londons mit Bürospitzenmieten von über € 120 pro Quadratmeter und Monat findet ihren Ursprung in der Entwicklung Londons zu Europas führendem Finanzzentrum. Dazu kommen noch zahlreiche Funktionen mit entsprechendem Raumbedarf, die London als Hauptstadt Großbritanniens übernimmt. Relativiert werden die Zahlen aber durch die Tatsache, dass in London durchschnittlich weniger Bürofläche pro Arbeitnehmer eingeplant wird.

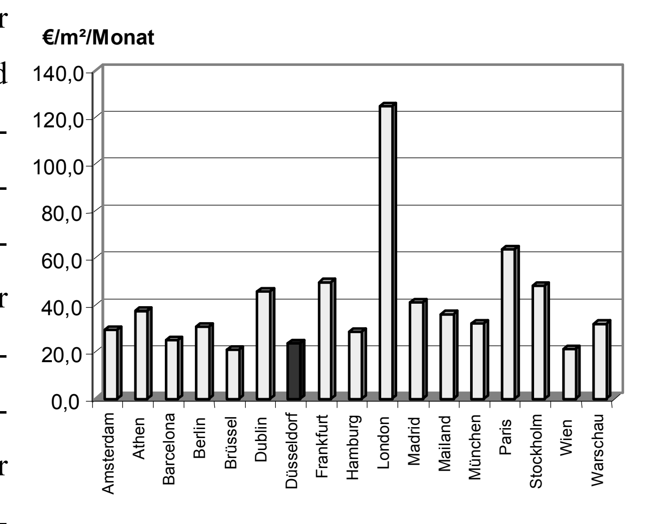


Bild 1-6: Bürospitzenmieten international

1.1.5 Renditen deutscher Immobilienhochburgen

Unter der Rendite versteht man den Ertrag eines Investments in Prozent des tatsächlich investierten Kapitals. Sie hängt bei Immobilieninvestitionen im Wesentlichen von folgenden Faktoren ab: Verfügbarkeit von Bauflächen und deren Preis für Erwerb und Erschließung, Baukosten und erzielbare Mieten sowie Kosten für Betrieb und Instandhaltung. Hierbei liegt Düsseldorf mit 5,3 % im deutschen Vergleich im Mittelfeld. Die Renditen anderer Städte belaufen sich auf [1.2]:

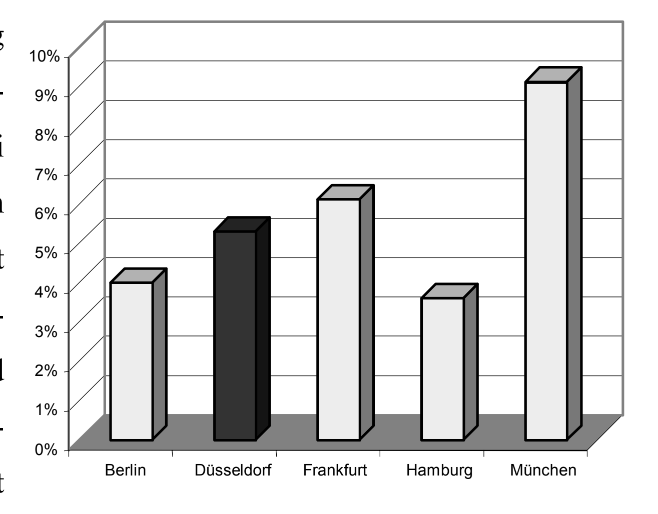


Bild 1-7: Renditen deutscher Immobilienhochburgen



- München (Region) 9,1 %,
- Frankfurt/Main 6,1 %,
- Berlin 4,0 % und
- Hamburg 3,6 %.

1.1.6 Fazit

Eine Immobilieninvestition in Düsseldorf erscheint sinnvoll, da dort Fläche bebaut werden kann, die durch ihre Lage im Bankenviertel in unmittelbarer Nähe zum Kurfürstendamm zu den 1A-Lagen Düsseldorfs gezählt werden muss. Damit ist es möglich, sich auf einem Markt mit schlechter werdenden Aussichten (vgl. Leerstandsrate u. a.) zu behaupten.

Entscheidend wird der Anteil der vermieteten Bürofläche des Objektes sein. Die relativ niedrige Bürospitzenmiete, die in Düsseldorf verlangt werden kann, ist nicht zwangsläufig ein Nachteil, denn dadurch erhält man ein breites Nachfragespektrum an Mietern. So werden konjunkturelle Schwächen einzelner Branchen und damit sinkende Nachfrage aus diesem Segment schnell ausgeglichen, in dem man Firmen aus anderen Bereichen finden kann, für die es sinnvoll ist, dort Büroflächen anzumieten. Dadurch sind die zu Mieten relativ konjunkturresistent. Im Gegensatz dazu ist Frankfurt/Main durch eine Abkühlung im Banken-, Finanzdienstleistungs- und Versicherungssektor viel stärker betroffen, da einfach die Branchen fehlen, die es sich leisten können, solch hohe Mieten zu bezahlen. Es ist demzufolge damit zu rechnen, dass Düsseldorf mit einer Rendite von über 5 % sich weiterhin im nationalen Mittelfeld behaupten kann.

Im europäischen Vergleich wird sich der deutsche Immobilienmarkt weiterhin behaupten können. Die zu erwartenden Impulse durch den Zuschlag zur Fußballweltmeisterschaft 2006 und die Bewerbung für Olympia 2012 werden sich positiv auf den nationalen Immobilienmarkt auswirken. Der Markt für hochwertige Büroflächen wird wachsen, z. B. durch infrastrukturelle Maßnahmen der öffentlichen Hand, Imagegewinn des Standortes Deutschland, Investitionen der Privatwirtschaft u. ä. Ein weiterer Vorteil Deutschlands ist die Lage im Zentrum Europas. Mit der zukünftigen Aufnahme der Beitrittskandidaten Bulgarien, Estland, Lettland, Litauen, Malta, Polen, Rumänien, Slowakei, Slowenien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn und Zypern wird Deutschland als „Exportweltmeister“ seine wirtschaftlichen Perspektiven verbessern und damit weitere Firmen als Haupt- oder Niederlassungssitz anziehen können.

1.2 Gesetze, Verordnungen und Richtlinien

Bearbeitet von: Nicole Welling

1.2.1 Einführung

Jede Baumaßnahme erweckt in der Regel öffentliches Interesse; sie muss den Vorgaben der Gesetzgebung entsprechen und durch die Öffentlichkeit genehmigt werden. Die Öffentlichkeit wird dabei durch die politischen Gremien und die öffentliche Verwaltung vertreten.

Gesetze dienen dem Wohl der Allgemeinheit und sollen im Bereich Bau eine sozialgerechte Bodennutzung gewährleisten und dazu beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern. Eine Voraussetzung für ein erfolgreiches Bauvorhaben ist die Erkenntnis des Bauherrn, dass die Gesetzgebung notwendig und die Einbindung derer Vertreter zwingend erforderlich ist.

Die bei der Planung von Bauvorhaben in Deutschland zu beachtenden Gesetze, Verordnungen und Richtlinien lassen sich in zwei Bereiche gliedern. Der erste Bereich umfasst Lage bzw. Grundstück und deren Wechselwirkungen zur Umwelt und dem eigentlichen Bauwerk. Dieser Bereich spielt am Anfang einer Planung eine große Rolle. Dem zweiten Bereich werden alle übrigen Gesetze und Bestimmungen zugeordnet. Diese stellen meist konkrete Anforderungen an die Sicherheit, die Umweltverträglichkeit und die Funktionalität des Bauwerks.

Im Folgenden werden wichtige zu beachtende Gesetze im Einzelnen vorgestellt.

1.2.2 Standort & Bauarchitektur

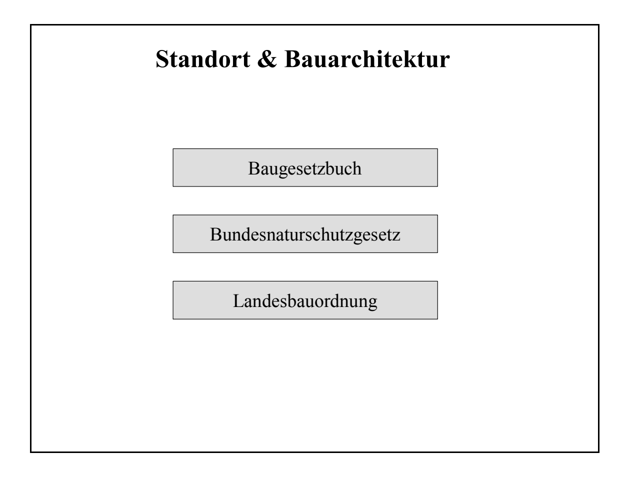


Bild 1-8: Gesetze, die am Anfang einer Planung von Bedeutung sind.

Baugesetzbuch (BauGB)

Die Rahmen und Ziele der Raumordung und der Landesplanung werden durch Bund und Länder vorgegeben. Die weitere ausschlaggebende Planung (Flächennutzungsplanung) ist

Hoheit der Gemeinde. Diese Planung wird auch als Bauleitplanung bezeichnet und ist im Baugesetzbuch und den begleitenden Verordnungen geregelt.

Bundesnaturschutzgesetz (BNatG)

Der Naturschutz ist durch ein Rahmengesetz, das Bundesnaturschutzgesetz, geregelt. Dieses Gesetz, auf Bundesebene verfasst, gibt bestimmte Rahmen vor, in die sich die einzelnen Landesgesetze unterordnen. Ziel dieses Gesetzes ist der Schutz der Umwelt und der natürlichen Ressourcen.

Landesbauordnung

Die Landesbauordnung baut auf dem Baugesetzbuch und der Musterbauordnung auf. Sie verfasst das Bauordnungsrecht. In ihr wird durch materialrechtliche Vorschriften die Baugestaltung geregelt. Ziel ist dabei eine Gefahren- und Störungsabwehr. Weiterhin sind Sozial- und Wohlfahrtsaufgaben sowie der Vollzug der städtebaulichen Planung Bestandteil des Gesetzes.

1.2.3 Umweltschutz & Sicherheit

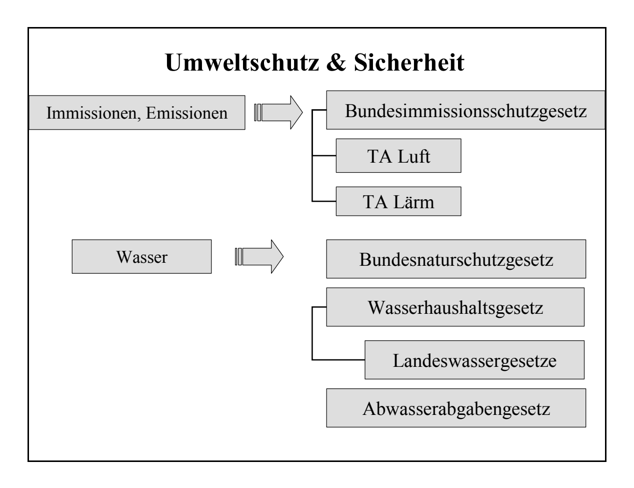


Bild 1-9: Gesetze, die detaillierte Fragen einer Planung betreffen (Teil 1).

Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)

Unter den Umweltschutzgesetzen ist das Bundesimmissionsschutzgesetz das wichtigste Gesetz zur Luftreinhaltung und Lärmbekämpfung. Zweck des Gesetzes ist es, Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser und Atmosphäre sowie Kultur- und Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen, Gefahren, erheblichen Nachteilen und Belästigungen zu schützen, und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen entgegenzuwirken.

Die konkreten Maßstäbe für die Beurteilung der Schädlichkeit, der zulässigen Auswirkungen und der Grenzwerte sind in den Durchführungsverordnungen zum BImSchG, den Verwal-

tungsvorschriften in Form der Technischen Anleitungen (z. B. TA Luft und TA Lärm) festgelegt.

Wasserhaushaltsgesetz (WHG)

Der Gewässerschutz ist durch ein Rahmengesetz, das Wasserhaushaltsgesetz, geregelt. Dieses Gesetz, auf Bundesebene verfasst, gibt bestimmte Rahmen vor, an die sich die einzelnen Landeswassergesetze anlehnen. Ziel dieses Gesetzes ist der Schutz der natürlichen Ressource Wasser.

Abwasserabgabengesetz

Dieses Gesetz regelt die Zahlung einer Abgabe für jeden, der Abwasser in ein Gewässer einleitet.

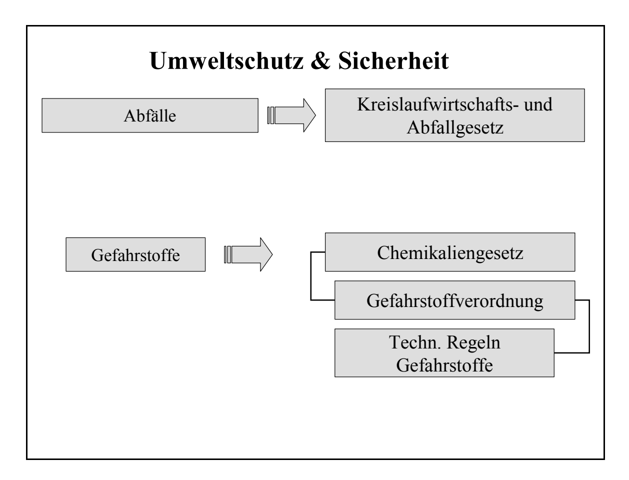


Bild 1-10: Gesetze, die detaillierte Fragen einer Planung betreffen (Teil 2).

Abfallrecht

Zweck des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (Krw-/AbfG) ist die Förderung der Kreislaufwirtschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen und die Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen. Konkret heißt dies, dass möglichst wenig Abfall entstehen soll, dass dieser ordnungsgemäß und schadlos zu verwerten ist und nicht vermeidbare und nicht verwertbare Abfälle umweltverträglich zu beseitigen sind.

Gefahrstoffrecht

Die Aufgabe des Chemikaliengesetzes (ChemG) ist der Schutz von Menschen und Umwelt vor schädlichen Einwirkungen durch gefährliche Stoffe und Zubereitungen.
Die Gefahrstoffverordnung (GefStoffVO) und die Technischen Regeln Gefahrstoffe (TRGS) konkretisieren das Chemikaliengesetz. Durch sie wird dem Unternehmer die Pflicht auferlegt

zu ermitteln, welche Stoffe in seinem Betrieb verwendet werden und welche Gefährdungen daraus entstehen können.

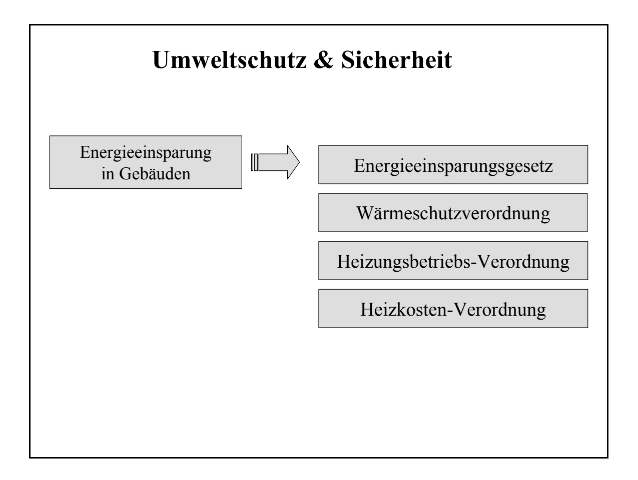


Bild 1-11: Gesetze, die detaillierte Fragen einer Planung betreffen (Teil 3).

Energieeinsparung in Gebäuden

Beim Bau von Gebäuden ist auf Grund des Energieeinsparungsgesetzes darauf zu achten, dass der Wärmeschutz so zu entwerfen und auszuführen ist, dass beim Heizen oder Kühlen vermeidbare Energieverluste unterbleiben. Die Wärmeschutzverordnung schreibt hierbei vor, dass der Wärmedurchgang durch Bauteile, die an Außenluft, Erdreich oder Gebäudeteile grenzen, sowie Fenster und Fenstertüren zu begrenzen ist.

Die Heizungsbetriebsverordnung stellt Anforderungen an den sicheren und ordnungsgemäßen Betrieb von Anlagen, die Heizung, Raumluft und Brauchwasser aufbereiten. Die Heizkostenverordnung regelt die Verteilung der Kosten, die beim Betrieb zentraler Heizungs- und Wasserversorgungsanlagen und bei der eigenständigen gewerblichen Lieferung von Wärme und Warmwasser durch den Gebäudeeigentümer auf die Nutzer der mit Wärme oder Warmwasser versorgten Räume entstehen.

1.2.4 Sicherheit & Funktionalität

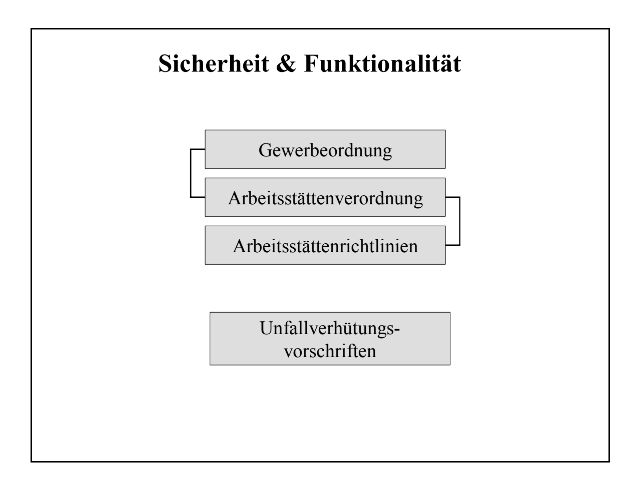


Bild 1-12: Gesetze, die detaillierte Fragen einer Planung betreffen (Teil 4).

Gewerbeordnung

Umfangreiche und detaillierte Bestimmungen und Anforderungen an den Bau, den Ausbau und die Gestaltung von Gebäuden sind in der Gewerbeordnung und den ihr entstammenden Vorschriften gesammelt. Die wichtigsten Punkte betreffen die allgemeine Betriebssicherheit und die Pflichten für den Unternehmer, z. B. zur Stellung von Sozialräumen.
Die Arbeitsstättenverordnung stellt Anforderungen an Arbeitsplätze, die Arbeitsstättenrichtlinien geben bauliche Bestimmungen und formulieren die Richtlinien aus.

Unfallverhütungsvorschriften (UVV)

Die Unfallverhütungsvorschriften konkretisieren und ergänzen die staatlichen Gesetze und Verordnungen zum Arbeitsschutz. Zweck der UVV ist die Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren.

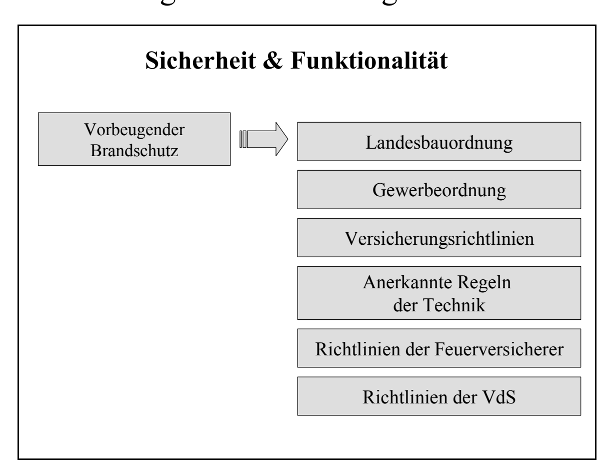


Bild 1-13: Gesetze, die detaillierte Fragen einer Planung betreffen (Teil 5).

Vorbeugender Brandschutz

Es existiert kein Gesetz, welches sich ausschließlich mit dem Brandschutz beschäftigt sondern vielmehr eine Anzahl von Vorschriften aus den gesetzlichen und versicherungstechnischen Quellen. Zu nennen sind hierbei u. a. die Landesbauordnung, die Gewerbeordnung, Versicherungsrichtlinien, die Anerkannten Regeln der Technik, die Richtlinien der Feuerversicherer und die Richtlinien der VdS.

1.3 Die Bauleitplanung

Bearbeitet von: David Liebich

1.3.1 Einführung

§ 1 Abs. 1 des Baugesetzbuches (BauGB) erklärt: „ Aufgabe der Bauleitplanung ist es, die sonstige bauliche Nutzung der Grundstücke in der Gemeinde nach Maßgabe dieses Gesetzes vorzubereiten und zu leiten.“ Die rechtlichen Grundlagen Bauleitpläne aufzustellen schafft § 1 Abs. 3 BauGB. Er besagt, dass die Gemeinden die Bauleitpläne aufzustellen haben, „sobald und soweit es für die städtebauliche Entwicklung und Ordnung erforderlich ist.“ Herr der Bauleitplanung ist die Gemeindevertretung selbst (§ 2 (1) BauGB). Das Baugesetzbuch übernimmt die Zweiteilung der Bauleitplanung aus dem Bundesbaugesetz. Danach unterscheidet man zwei Bauleitpläne (§ 1 (2) BauGB):

- den Flächennutzungsplan (FNP, F-Plan) als vorbereitenden Bauleitplan und
- den Bebauungsplan (BBP, B-Plan) als verbindlichen Bauleitplan.

Auf der Grundlage der Verordnungsermächtigung (§ 2 (5) BauGB) ist die im Bereich des Bau- und Planungsrechtes wichtigste Rechtsverordnung, die Baunutzungsverordnung (BauNVO), ergangen. Sie enthält die planungsrechtlichen Grundlagen für die Darstellungen in Flächennutzungsplänen und die Festsetzungen in Bebauungsplänen. Korrespondierende Rechtsbereiche sind die Naturschutz-, Raumordnungs- und Wassergesetze der Länder.

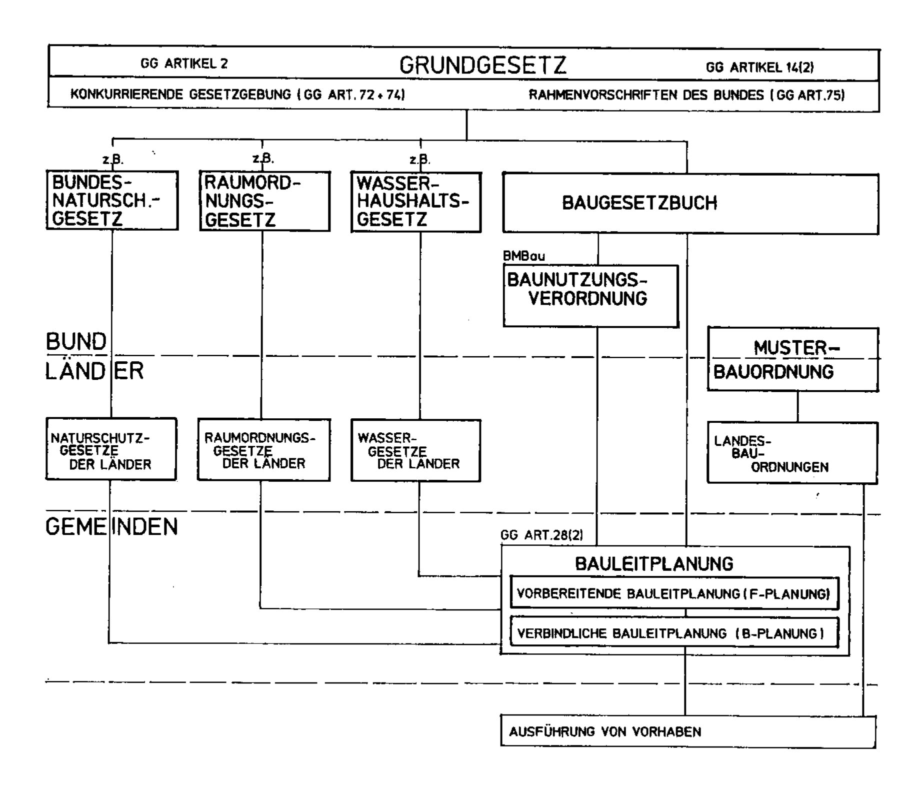


Bild 1-14: Die Bauleitplanung in der Hierarchie der Gesetze der BRD [1.8]

Der Flächennutzungsplan

Der Flächennutzungsplan stellt die Art der Bodennutzung nach den voraussehbaren Bedürfnissen der Gemeinde für das gesamte Gemeindegebiet in den Grundzügen dar (§ 5 (1), (2) BauGB). Er besteht in der Regel aus folgenden Teilen:

- zeichnerischer Teil, Maßstab 1:5.000 – 1:20.000,
- Textteil (Legende, ggf. eigenständige Darstellungen) und
- Erläuterungsbericht (§ 5 (5) BauGB).

„Der Flächennutzungsplan bedarf der Genehmigung der höheren Verwaltungsbehörde“ (§ 6 (1) BauGB). Er wird von der Gemeinde nicht als Satzung beschlossen, sondern nur als verwaltungsinternes Planwerk. Nach In-Kraft-Treten ist er verbindlich für Behörden, hat jedoch keine unmittelbare Rechtswirksamkeit für den Bürger.

Tabelle 1-1: Bauleitplanung – Begriffe, Rechtsnatur [1.8]

BauGB Fundstelle	Bauleitplan		
§ 1 (2)	vorbereitender Bauleitplan	verbindlicher Bauleitplan	Bezeichnung
	Flächennutzungsplan	Bebauungsplan	
	F-Plan	B-Plan	
	1 : 5 000 – 1 : 20 000	1 : 500 – 1 : 1 000	Maßstab
§§ 1 (3), 8 (1)	entwickeln	ordnen	Aufgabe
§ 1 (4)	Ziele der Raumordnung und Landesplanung		für Bauleitplanung verbindl. Rahmenplanungen
§ 8 (2)		Flächennutzungsplan	
§§ 5 (1), 8 (1)	Darstellung der Bodennutzung nach den voraussehbaren Bedürfnissen der Gemeinde in den Grundzügen. Keine unmittelbare Rechtswirkung auf das einzelne Grundstück.	Rechtsverbindliche Festsetzungen für die städtebauliche Ordnung. B-Plan ist eine Rechtsnorm.	Rechtsnatur
§§ 7, 8 (2), 10	rahmengebend	Beschluß über B-Plan als Satzung	
§§ 6 (5), 12	F-Plan wird wirksam	B-Plan wird rechtsverbindlich	
§§ 5 (5), 9 (8)	Erläuterungsbericht	Begründung	schriftl. Teil

Der Bebauungsplan

Bebauungspläne sind aus dem Flächennutzungsplan zu entwickeln (§ 8 (2) BauGB). Der Bebauungsplan wird von der Gemeinde in Eigenverantwortung aufgestellt, sobald und soweit dies erforderlich ist (§ 2 (1), (3) BauGB). Er trägt mit seinen Festsetzungen dazu bei, eine geordnete städtebauliche Entwicklung und eine dem Wohl der Allgemeinheit entsprechende sozial gerechte Bodenordnung zu gewährleisten. Der Bebauungsplan wird als Satzung beschlossen (§ 10 (1) BauGB), die Festlegungen des Planes sind für den Grundstückseigentümer rechtsverbindlich.

In der Baunutzungsverordnung (BauNVO) hat das Bundesbauministerium im Einzelnen beschrieben, welche Festsetzungen im Bebauungsplan über die Art (§§ 2-11) und das Maß (§§ 16-20) der baulichen Nutzung und über die Bauweise (§ 22) sowie die überbaubaren Grundstücksflächen (§ 23) getroffen werden können. Dass solche Festsetzungen prinzipiell möglich sind, steht allgemein formuliert in § 9 Abs. 1 BauGB. Welche Farbe und welche Schraffur für welche Gebietsart steht und welche Abkürzungen und Zeichen für welche Festsetzungen zu verwenden sind, ist bundeseinheitlich in der Planzeichenverordnung (PlanzV90) vorgeschrieben (Grundlage: § 2 (4) BauGB).

Der Bebauungsplan besteht in der Regel aus folgenden Teilen:

- zeichnerischer Teil, Maßstab 1:500 – 1:1.000
- Textteil (Bebauungsvorschriften BV)
- Grünordnungsplan, Maßstab 1:500 – 1:1.000

1.3.2 Das Planaufstellungsverfahren

Das übliche Verfahren der Bauleitplanung ist das Planaufstellungsverfahren. Es ist für Flächennutzungspläne und Bebauungspläne im Wesentlichen gleich, sodass es zusammengefasst erläutert werden kann.

Tabelle 1-2: Das Verfahren der Bauleitplanung

Arbeitsschritt	
1)	Vorlaufphase
2)	Abfrage der Ziele der Raumordnung
3)	Aufstellungsbeschluss
4)	Frühzeitige Bürgerbeteiligung
5)	Vorentwurf - Beteiligung der Träger öffentlicher Belange und der Nachbargemeinden
6)	Vorläufige Abwägung: Die öffentlichen und privarten Belange sind gerecht abzuwägen
7)	Auslagebeschluss
8)	Öffentliche Auslage - Entgültige Abwägung, evtl. Wiederholung der Auslage
9)	Satzungsbeschluss
10)	Genehmigungsverfahren (ggf. Anzeige nach Landesrecht)
11)	Ausfertigung. Bekanntmachung der Genehmigung bzw. des Satzungsbeschlusses
12)	Inkrafttreten des Plans

Vorlaufphase und Aufstellungsbeschluss

Das offizielle Verfahren zur Aufstellung eines Bauleitplans wird in der Regel durch einen förmlichen Beschluss eingeleitet. Dieser Beschluss heißt Aufstellungsbeschluss. Meistens geht diesem Beschluss eine längere Vorlaufphase voraus. Hier muss geklärt werden, ob das Aufstellen eines Plans erforderlich ist, und falls ja, muss ein Konzept für den Plan erstellt werden. In diese Klärungsphase gehört auch die so genannte „landesplanerische Abfrage“. Ihr Sinn liegt darin, dass der Gemeinde schon vor Eintritt in die eigentliche Planungsarbeit die Ziele der Raumordnung mitgeteilt werden, an die sich die Gemeinden anpassen müssen (§ 1 (4) BauGB).

Wenn sich in der Vorlaufphase herausstellt, dass die Vorstellungen der Beteiligten voraussichtlich auf einen Nenner gebracht werden können, kommt es zum Aufstellungsbeschluss, welcher dann ortsüblich bekannt zu machen ist (§ 2 (1) BauGB).

Bürgerbeteiligung

Wenn eine Gemeinde im Begriff ist, einen Bauleitplan aufzustellen oder zu ändern, muss sie so früh wie möglich die Bürger in ortsüblicher Form darüber unterrichten und ihnen Gelegenheit zur Stellungnahme geben (§ 3 (1) BauGB). In der Regel schließt sich die Bürgerbeteiligung unmittelbar an den Aufstellungsbeschluss an.
§ 3 des BauGB regelt die Zweistufigkeit der Beteiligung:

1. Stufe: die frühzeitige Bürgerbeteiligung nach Abs. 1;
2. Stufe: die förmliche Beteiligung nach Abs. 2 und 3.

Die bis zum konkreten Entwurf gediehene Planung wird in der zweiten Stufe der Bürgerbeteiligung nochmals vorgestellt. Dies geschieht durch eine förmliche Auslegung der Pläne für die Dauer eines Monats. Auf die Tatsache der Auslegung muss unter Angabe von Ort und Dauer sowie des Beginns der Auslegung mindestens eine Woche vorher in ortsüblicher Form hingewiesen werden (§ 3 (2) BauGB).

Die Träger der öffentlichen Belange und die benachbarten Gemeinden sowie die Anpassung an die Ziele der Raumordnung

Am Inhalt eines neu aufzustellenden Bauleitplans (oder am Gegenstand einer Planänderung) sind nicht nur die Bürger, sondern auch andere Behörden, sehr häufig auch die benachbarten Gemeinden interessiert. Das Baugesetzbuch schreibt vor, dass auch diese anderen Behörden, die von § 4 BauGB unter dem Oberbegriff „Träger der öffentlichen Belange“ (TÖB) zusammengefasst sind, sowie die benachbarten Gemeinden zu beteiligen sind. Zu den TÖB gehören alle Behörden, Dienststellen und öffentlichen Verbände, die von der Planung berührt sein können.

Abwägungsvorgang und Abwägungsergebnis

Sind alle Argumente gesammelt worden, beginnt der schwierigste Teil des Planens, nämlich die Abwägung der Argumente mit dem Ziel, einen vertretbaren Kompromiss zu finden.
Mit Rücksicht auf die lang währende Bedeutung und inhaltliche Tragweite des Abwägungsvorgangs und des daraus resultierenden Abwägungsergebnisses hat die Rechtsprechung den Gemeinden eine genaue Gebrauchsanweisung an die Hand gegeben, welche Dinge sie hierbei berücksichtigen müssen. Diese Grundsätze sind unter dem Stichwort „Abwägungsgebot“ zusammengefasst. Drei Hauptsätze sind zu beachten:

1. Es muss überhaupt eine Abwägung stattfinden.

2. Beim Abwägungsvorgang sind alle Argumente und Erkenntnisse zu berücksichtigen, die „nach Lage der Dinge“ eingestellt werden müssen; umgekehrt dürfen sachfremde Argumente keine Rolle spielen.
3. Bei der Abwägung des Für und Wider von einzelnen Argumenten und bei der Herstellung des Gesamtergebnisses müssen die Gewichte so gesetzt werden, dass sie nach dem Urteil eines vernünftigen Betrachters nicht außer Verhältnis zueinander stehen. Innerhalb dieser Grenzen besitzt die Gemeinde planerische Gestaltungsfreiheit, zu der auch gehört, dass sie es nicht jedermann recht machen kann.

Der Auslagebeschluss und die öffentliche Auslage

Wenn das Stadtplanungsamt die Zusammenstellung aller Abwägungsargumente und ihrer richtigen Gewichtung vollbracht zu haben meint, wird der Planentwurf der Gemeindevertretung zur Entscheidung darüber vorgelegt, ob er nun den Bürgern in fertig gezeichneter Form vorgestellt werden soll. Der angestrebte Beschluss heißt „Auslage- bzw. Auslegungsbeschluss“. An ihn schließt sich das bereits geschilderte Verfahren der förmlichen Auslage auf die Dauer eines Monats an (2. Stufe der Bürgerbeteiligung). Der Auslagebeschluss stellt die Vorstufe zum späteren Satzungs- (BBP) bzw. Feststellungsbeschluss (FNP) dar.

Satzungsbeschluss und Genehmigungsverfahren

Wenn der Plan (nach eventuell mehrfachen Auslegungen) nach Ansicht seiner Bearbeiter die endgültige Form erreicht hat, wird er der Gemeindevertretung zur endgültigen Abwägung und zum Beschluss vorgelegt. Arbeitsgrundlage für die endgültige Abwägung ist in aller Regel eine so genannte Abwägungstabelle, in der alle eingegangenen Argumente tabellarisch zusammengefasst sind.
Der Flächennutzungsplan wird als Planwerk besonderer Art ohne Rechtsnormqualität, ein Bebauungsplan als Satzung, demnach als Norm, beschlossen. Nach dem Beschluss der Gemeindevertretung muss ein Flächennutzungsplan der höheren Verwaltungsbehörde zur Genehmigung vorgelegt werden (§ 6 (1) BauGB). Bei Bebauungsplänen ist ein Genehmigungsverfahren nur noch dann erforderlich, wenn in der betreffenden Gemeinde (noch) kein rechtswirksamer Flächennutzungsplan entwickelt ist (§ 10 (2) BauGB).
Die höhere Verwaltungsbehörde darf den ihr vorgelegten Plan nur dann nicht genehmigen, wenn sie Form- oder Verfahrensfehler entdeckt oder wenn sie ihn für materiell rechtswidrig hält (§ 6 (2) BauGB).

Ausfertigung, Bekanntmachung und Inkrafttreten

Die Inkraftsetzung eines Bauleitplans erfolgt entweder durch (die ortsübliche) Bekanntmachung der Genehmigung (so bei Flächennutzungsplänen und bei genehmigungspflichtigen Bebauungsplänen), oder durch (die ortsübliche) Bekanntmachung des Satzungsbeschlusses (Bebauungspläne, die aus einem Flächennutzungsplan entwickelt sind). Zugleich muss bekannt gegeben werden, an welchem Ort der Plan eingesehen werden kann (§§ 6 (5), 10 (3) BauGB).

1.4 Die Zulässigkeit von Vorhaben

Planungsrechtliche Baugenehmigungen werden nicht nur in Gebieten erteilt, für die ein Bebauungsplan existiert. Das BauGB unterscheidet mit den §§ 30, 34 und 35 drei grundsätzliche Fälle bei der Zulässigkeit von Vorhaben.

1.4.1 Die §§ 30, 34 und 35

Die §§ 30, 34 und 35 sind – gemessen an der praktischen Bedeutung – die wichtigsten Normen im BauGB. Wenn die Voraussetzungen einer dieser Vorschriften erfüllt sind, dann hat der Eigentümer eines Grundstückes ein „subjektives Recht“ auf Erteilung der planungsrechtlichen Baugenehmigung. Diese drei Vorschriften sind sozusagen die „Schubladen“, in die die Baugenehmigungsbehörde alle eingehenden Baugesuche einordnen und aus denen heraus sie die bauplanungsrechtliche Genehmigung erteilen muss, sofern die Voraussetzungen der einschlägigen Vorschriften erfüllt sind.

Die Zulässigkeit von Vorhaben im Geltungsbereich eines Bebauungsplans

Der § 30 Abs. 1 BauGB besagt, dass wenn ein Vorhaben im Geltungsbereich eines qualifizierten Bebauungsplans liegt (der also mindestens Vorschriften über die Art und das Maß der baulichen Nutzung, über die überbaubaren Grundstücksflächen und über die örtlichen Verkehrsflächen enthält) und dessen Festsetzungen nicht widerspricht, die planungsrechtliche Baugenehmigung erteilt werden muss.

Die Zulässigkeit von Vorhaben im unbeplanten Innenbereich

Wenn ein Grundstück innerhalb eines Ortsteiles liegt, der zusammenhängend bebaut ist, darf es auch ohne Bebauungsplan bebaut werden. Das Recht, eine Baulücke zu schließen oder auch nach dem Abriss eines vorhandenen Gebäudes ein neues Haus an gleicher Stelle zu errichten, gehört in geschlossenen Ortschaften zum Eigentumsinhalt der betreffenden Grundstücke; sie sind gleichsam ihrer Natur nach Baugrundstücke. Das Recht auf Bebauung kann

kann nicht ohne Entschädigung entzogen werden. Wenn und insoweit kein Bebauungsplan vorhanden ist, dient die vorhandene nähere Umgebung als Maßstab der Zulässigkeit (§ 34 (1) BauGB).
Der § 34 ist also als Genehmigungsvorschrift für alle Vorhaben in traditionell bebauten Gebieten, für die es (noch) keine Bebauungspläne gibt, von größter praktischer Bedeutung.

Die Zulässigkeit von Vorhaben im Außenbereich

Der § 35 BauGB, der das Bauen im Außenbereich regelt, verfolgt grundsätzlich das Ziel, das Bauen im Außenbereich zu verhindern, gestattet jedoch die Ausführung einer Reihe von einzeln aufgezählten Vorhaben auch dort. Der Gesetzgeber hat in § 35 (1) die Vorhaben aufgezählt, die er als in den Außenbereich gehörend betrachtet.

1.4.2 Die Zulässigkeit des Bauvorhabens Benrather Karree

Für das Grundstück des Büro- und Geschäftshauses Benrather Karree in Düsseldorf ist bisher noch kein Bebauungsplan erstellt worden. Da es in Düsseldorf auch kein Baugebiet mit Bebauungsplan oder mit Vorschriften über die in diesem Baugebiet zulässigen baulichen oder sonstigen Anlagen (nach § 2 (5) BauGB) gibt, welches der Eigenart der näheren Umgebung des Baugrundstückes „Benrather Karree“ entspricht, leitet sich die Zulässigkeit der Bebauung hier also allein aus § 34 Abs. 1 BauGB ab: „Innerhalb der im Zusammenhang bebauten Ortsteile ist ein Vorhaben zulässig, wenn es sich nach Art und Maß der baulichen Nutzung, der Bauweise und der Grundstücksfläche, die überbaut werden soll, in die Eigenart der näheren Umgebung einfügt und die Erschließung gesichert ist. Die Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse müssen gewährt bleiben; das Ortsbild darf nicht beeinträchtigt werden.“
Da sich das Grundstück, auf dem ehemals das Gebäude der BfG-Bank stand, in der Düsseldorfer Stadtmitte, unmittelbar im Banken- und Geschäftsviertel befindet, fügt sich die Art der baulichen Nutzung in die der näheren Umgebung besonders gut ein. Durch die Beschränkung auf neun Obergeschosse ist auch das Maß der baulichen Nutzung (GRZ, GFZ, Zahl der Vollgeschosse, Höhe der baulichen Anlage) mit dem der näheren Umgebung vergleichbar.
Die Sonnenschutzelemente der Gebäudefassade aus „Stein-Glas“ sind als Zugeständnis an die vornehmlich als Natursteinfassaden ausgebildeten Fassaden der Nachbarbebauung zu sehen. Sie tragen mit dazu bei, dass sich das Gebäude harmonisch in das Ortsbild einfügt.

1.5 Bauordnungsrecht

Bearbeitet von: Markus Beinert

1.5.1 Allgemeines

Das Bauordnungsrecht wird in den Landesbauordnungen geregelt, die in jedem Bundesland unterschiedlich aufgebaut sind. Im Folgendem wird nur auf die Vorschriften die für das Land Nordrhein-Westfalen gelten eingegangen.
Neben der Landesbauordnung gibt es die dazugehörige Verwaltungsvorschrift (VV BauO NW), die die einzelnen Paragrafen näher erläutern. Die nebenstehenden Verordnungen treffen über die Bauordnung hinausgehende Regelungen [1.1]. Einige wären:

- Hochhausverordnung,
- Garagenverordnung,
- Feuerungsverordnung,
- Versammlungsstättenverordnung und
- Geschäftshausverordnung.

1.5.2 Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen (BauO NW)

In § 3 BauO NW werden die Ziele definiert, die mit dieser Verordnung erreicht werden sollen. Die öffentliche Sicherheit und Ordnung soll gewährleistet werden. Der Schutz von Leben und Gesundheit stehen im Mittelpunkt.
Daraus lassen sich einige wesentliche Punkte ableiten, die in der BauO NW geregelt werden.

Brandschutz

An den Brandschutz werden sehr viele Anforderungen gestellt. Es werden sowohl Anforderungen an die Konstruktion, durch Festlegung von Feuerwiderstandsklassen einzelner Bauteile, aber auch an die Zugänglichkeit von Räumen gestellt. So wird zum Beispiel gefordert, dass ein Aufenthaltsraum immer über zwei Rettungswege verfügen muss. Ebenso müssen Verkehrsflächen für die Feuerwehr geschaffen werden, damit Rettungsfahrzeuge jedes Gebäude erreichen können.

Abstandsflächen

Einerseits dienen Abstandsflächen, die zwischen Gebäuden eingehalten werden müssen, dem Brandschutz. Es soll verhindert werden, dass sich ein Feuer schnell auf mehrere Gebäude ausdehnt.

Andererseits soll verhindert werden, dass man nicht in die Wohnungen seiner Nachbarn hineinsehen kann (und umgekehrt) und dass der Einfall von Sonnenlicht zu stark behindert wird.

Des Weiteren werden wichtige Begriffe definiert, so zum Beispiel der des Aufenthaltsraumes. Er soll dem Aufenthalt von Menschen dienen, deshalb werden eine ausreichende Grundfläche und lichte Raumhöhe $h > 2{,}4$ m gefordert. Es muss eine ausreichende Belüftung und natürliche Beleuchtung sichergestellt sein, soweit dies nicht im Widerspruch zur vorgesehenen Raumnutzung steht.

Es werden Genehmigungsverfahren behandelt. Es gibt genehmigungsfreie Bauvorhaben, zu denen beispielsweise kleine Garagen aber auch Wohngebäude im Bereich eines Bebauungsplanes oder einer Satzung zählen. Sie werden in den §§ 65 – 67 aufgezählt.

Das vereinfachte Genehmigungsverfahren wird in § 68 geregelt und trifft zum Beispiel auf Gebäude geringer oder mittlerer Höhe zu.

Für alle anderen Vorhaben muss eine „normale" Baugenehmigung beantragt werden.

Die BauO NW stellt unterschiedliche Anforderungen an Gebäude in Abhängigkeit ihrer Höhe. Wie in Bild 1-15 zu erkennen ist, wird zwischen Gebäuden geringer und mittlerer Höhe, sowie Hochhäusern unterschieden; wobei die Anforderungen für letztere auch aus der Hochhausverordnung zu entnehmen sind. Die Höhen werden von der niedrigsten Geländehöhe bis zur Oberkante des fertigen Fußbodens eines Aufenthaltsraumes gemessen.

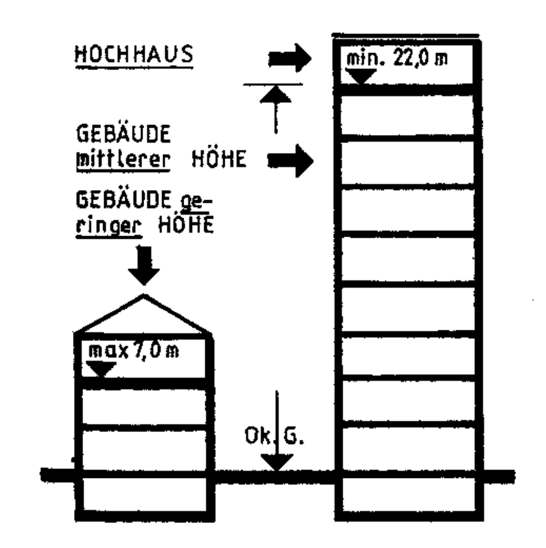


Bild 1-15: Gebäudeunterscheidung [1.7]

Des Weiteren werden noch Anforderungen aufgrund der Gebäudenutzung gestellt. Die BauO NW beschäftigt sich fast ausschließlich mit der Wohnnutzung. In den nebenstehenden Verordnungen werden Anforderungen aufgrund anderer Nutzungsarten geregelt.

1.5.3 Garagenverordnung

Auch in dieser Verordnung werden unterschiedliche Anforderungen aufgrund der Größe einer Garage gestellt. Es wird zwischen Kleingaragen mit einer Fläche von weniger als 100 m^2, Garagen mittlerer Größe (100 – 1000 m^2) und Großgaragen (A > 1000 m^2) unterschieden.
In der GarVO werden Anforderungen an die Feuerwiderstandsfähigkeit der tragenden Konstruktion gestellt.
In Bild 1-16 sind einzuhaltenden Fluchtweglängen dargestellt. Von jedem Punkt aus muss in dem entsprechenden Abstand ein Treppenraum zu erreichen sein.

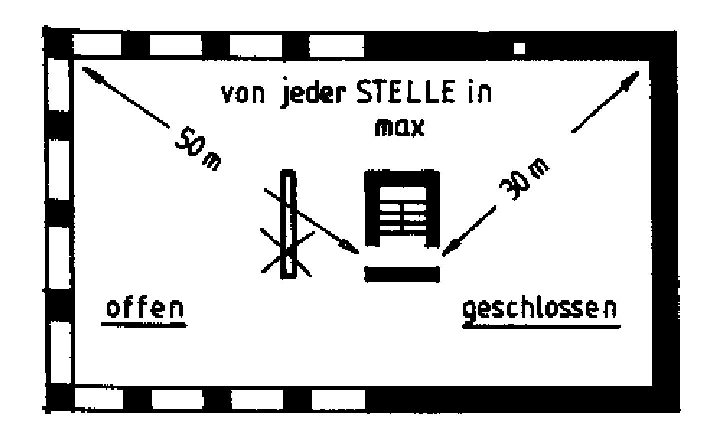
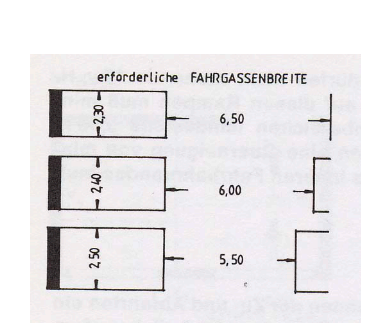


Bild 1-16: Fluchtweglänge [1.7]

Es wird geregelt wie die Zu- und Abfahrten zu den Garagen beschaffen sein müssen, um die Verkehrssicherheit zu gewährleisten.
Die GarVO stellt Anforderungen an die Breite der Fahrgassen in Abhängigkeit von der Gestaltung der Stellplätze (Bild 1-17); ein wichtiger Aspekt, um eine optimale Flächenausnutzung zu erreichen. Schon in der BauO NW wird eine Mindestanzahl von Stellplätzen mit größerer Breite verlangt, die zum Beispiel für behinderte Menschen geeignet sind.



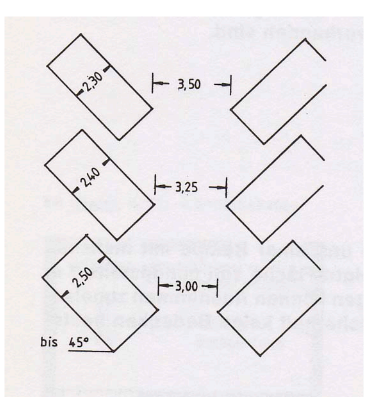


Bild 1-17: Fahrgassen [1.7]

1.5.4 Hochhausverordnung

In der HochhVO spielt auch wieder der Brandschutz eine wesentliche Rolle. Ziel soll es sein, dass ein eventuell ausbrechendes Feuer nicht das ganze Gebäude befällt. In Bild 1-18 sind einige Konstruktionen dargestellt, die verhindern sollen das ein Feuer auf mehrere Geschosse übergreift. Die Feuerwiderstandsfähigkeit der Konstruktion wird ebenfalls wieder angesprochen.

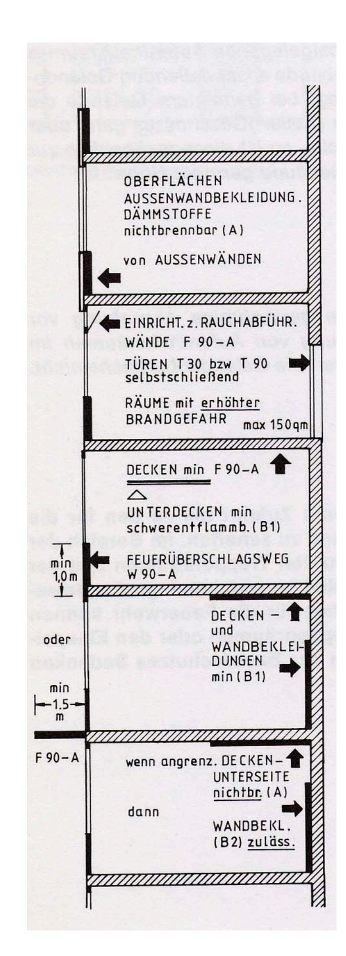


Bild 1-18: Brandschutz in Hochhäusern [1.7]

Da es die technischen Möglichkeiten der Feuerwehr nicht zulassen, ab einer Höhe von $h > 23$ m, den zweiten Rettungsweg sicherzustellen, werden erhöhte Anforderungen an die Ausbildung der Treppenräume gestellt. Bis zu einer Gebäudehöhe von 60 m müssen mindestens zwei Treppenräume oder ein Sicherheitstreppenraum erstellt werden. Bei höheren Gebäuden werden zwei Sicherheitstreppenräume gefordert. Ein Sicherheitstreppenraum muss so beschaffen sein, dass kein Rauch in ihn eindringen kann. Möglichkeiten dies zu gewährleisten werden in § 37 VV BauO NW angegeben. Treppenräume müssen über verschiedene Sicherheitsmerkmale verfügen. So müssen zum Beispiel ein Rauchabzug und Steigleitungen für die Löschwasserversorgung vorhanden sein.

Flure müssen in Rauchabschnitte unterteilt werden, diese dürfen maximal 20 m lang sein. Die Flure müssen eine Mindestbreite von 1,25 m aufweisen.

1.5.5 Resümee

Aufgrund der Kürze dieser Arbeit konnten nur einige Punkte angesprochen. Es sollte deutlich werden, dass es viele Verordnungen gibt, die schon frühzeitig bei der Planung eines Bauvorhabens beachtet werden müssen. Da es die Pflicht des Planers ist eine genehmigungsfähige Planung vorzulegen, ist dies zwingend erforderlich.

1.6 Literatur

[1.1] Baurecht 2000: Baugesetzbuch inkl. aller Bauordnungen der Länder; Baurecht auf CD, über 200 Gesetze und Verordnungen des Bundes und der Länder; V 5.1.

[1.2] Bulwien AG, Deutscher Immobilienindex (DIX), 2001

[1.3] Jones Lang LaSalle GmbH: Die fünf deutschen Immobilienhochburgen 3. Quartal 2001. Pressemitteilung vom 08.10.2001

[1.4] Jones Lang LaSalle GmbH: City Profiles Berlin, Düsseldorf, Frankfurt/M., Hamburg, München, 1.Quartal 1998 bis 3.Quartal 2001

[1.5] Jones Lang LaSalle GmbH: Europäischer Büroflächenmarkt, Kurzfristiger Vermietungszyklus 3.Quartal 2001. Pressemitteilung vom 29.10.2001

[1.6] Kohlbecker, Chr.: „Planung von Fabrikanlagen 2“, Skript, Universität Karlsruhe

[1.7] Loewe/ Müller-Büsching, BauO NW Bebilderte Bauordnung, 9. Auflage

[1.8] Schneider: Bautabellen für Ingenieure. 11. Auflage, Werner-Verlag, Düsseldorf 1994

2 Projektmanagement/-qualität

2.1 Projektmanagement

Bearbeitet von Boris Herrmann und Adrian Worek

2.1.1 Einleitung

Der Druck der Investoren, Bauzeiten zu verkürzen, hat in den letzten Jahren stetig zugenommen. Zwei wichtige Gründe hierfür sind:

- Der Investor kann erst nach Abschluss der Bauarbeiten eines Projektes Einnahmen verzeichnen, während Kosten bereits vor Baubeginn anfallen.
- Bei einer kürzeren Bauzeit verringert sich der Zwischenfinanzierungsbedarf; und das eingesetzte Kapital bringt schneller eine Rendite.

Um als ausführende Firma am Markt eine Chance zu haben, muss man sich diesem Druck des Investors beugen. Hinzu kommt für die ausführende Firma, dass trotz des scharfen Wettbewerbs die Sicherung der Rentabilität gewährleistet sein muss - Preissteigerungen lassen sich hierzu kaum durchsetzen. Wo aber Wettbewerb über den Preis ausgetragen wird, bleibt schnell die Qualität auf der Strecke.

Um ein überzeugendes Qualitätsniveau zu sichern, wettbewerbsfähige und trotzdem rentable Preise zu erzielen und durch gesteigerte Effizienz kürzere Bauzeiten zu erreichen, ist ein kompetentes Projektmanagement unumgänglich. Ziel dieses Projektmanagements muss es sein, die Qualität der Bauausführung sicher zu stellen und sämtliche Planungs- und Ausführungsprozesse auf ein effizientes Kosten- und Terminmanagement auszurichten [2.5], [2.12], [2.13].

2.1.2 Definition

Der Begriff Projektmanagement lässt sich in zwei Teile aufteilen:

- Projekt und
- Management.

Zum Begriff Projekt findet man unterschiedliche Definitionen in der Literatur.

Nach DIN 69901 [2.3] ist ein Projekt „ein Vorhaben, das im Wesentlichen durch die Einmaligkeit der Bedingungen und deren Gesamtheit gekennzeichnet ist, wie z. B.:

- Zielvorgaben,
- Zeitliche Begrenzungen,

- Einmaligkeit,
- Neuartigkeit und
- Projektbezogenes Budget.“

Der Begriff Management besteht aus einem institutionellen und auch aus einem funktionellen Bereich.

So kann der Begriff Management einmal als Institution begriffen werden, der die Funktion des Managements ausführt. Zum anderen kann Management auch als ein eindeutig identifizierbarer Prozess begriffen werden, der aus Planung, Überwachung und Steuerung besteht.

Zusammengefasst ist Projektmanagement ein Führungs- und Organisationskonzept, das bei komplexen Vorhaben das Ziel verfolgt, Planungs-, Steuerungs- und Entscheidungsprozesse bestmöglich zu koordinieren. Aufgabe des Projektmanagements ist notwendige Aktivitäten und Kapazitäten zu schaffen, Geldmittel zu planen sowie gleichzeitig den Projektfortschritt zu überwachen und flexibel zu steuern.

2.1.3 Aufgabenfelder eines Projektmanagers

Die Aufgabenfelder eines Projektmanagers sind vielseitig. Ein Projekt kann nur dann zur optimalen Zielerreichung führen, wenn Termine, Kosten und Qualität eines Projektes bestmöglich aufeinander abgestimmt werden. Zur optimalen Zielerreichung sind die Abhängigkeiten von Terminen (T), Kosten (K) und Qualität (Qu) zu prüfen [2.8].

Im folgenden dreidimensionalen Modell sind diese drei Ziele (T, K, Qu) abhängig voneinander zu betrachten. Während die Qualität auf einem festgelegten Niveau verharrt, sind Kosten und Zeit in einem hohen Maß voneinander abhängig und beeinflussen sich gegenseitig.

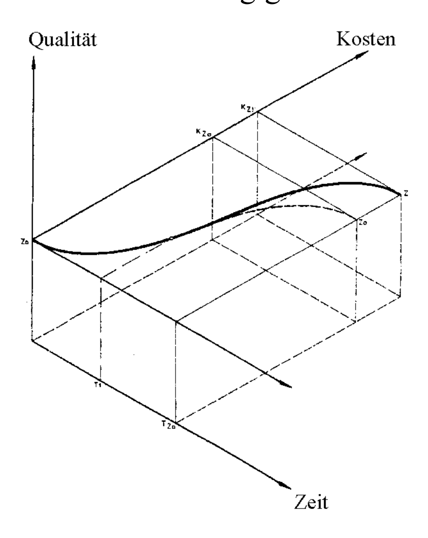


Bild 2-1: Dreidimensionales T, K, Qu Modell [2.12]

So kann es bei einer Störung des Baufortschritts (Bild 2-1) zu erhöhten Kosten kommen.

Der Projektmanager hat die Aufgabe, dafür zu sorgen, dass der Baufortschritt ständig überwacht wird und Störungen schnellstmöglich reguliert werden.
Ein stets vorrangiges Ziel des Auftraggebers ist es, die geplanten Baukosten einzuhalten.
Diese feste Obergrenze hat Konsequenzen für den gesamten Projektverlauf.
So kann eine genaue Festlegung der Kosten erst mit weiterführendem Baufortschritt beziffert werden. Die Aufgabe des Projektmanagers ist es, den festgelegten Kostenrahmen mit den tatsächlich anfallenden Kosten zu überwachen (Bild 2-2).

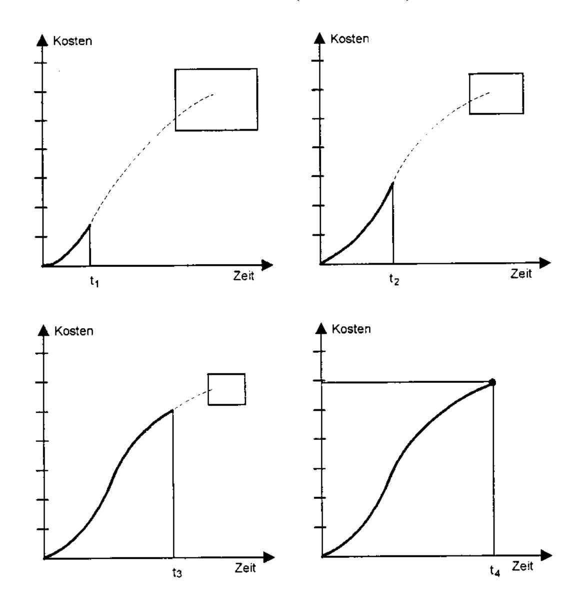


Bild 2-2: Kostenverlauf [2.12]

2.2 Qualitätsmanagement

Bearbeitet von Carsten Pohl

2.2.1 Fehlerursachen im Bauwesen

Im Bauwesen machen die Fehlerkosten rund 4 bis 12 % der Investitionskosten aus ([2.8]). Betrachtet man die Fehlerursachen, stellt man schnell fest, dass insgesamt 38 % der fehlerbedingten Kosten durch Entwurfs- und Planungsfehler sowie unpräzise Zielvorgaben entstehen. Abgesehen von dem Potenzial zur Kosteneinsparung, das in der Vermeidung von Fehlern steckt, könnte auch eine höhere Kundenzufriedenheit erreicht werden, die Anschlussaufträge bedeuten würde. Dementsprechend hoch ist die Bedeutung des Qualitätsmanagements für Planungs- und Überwachungsleistungen. Der Begriff „Qualität“ ist dabei genau definiert als die „Gesamtheit von Merkmalen einer Einheit bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen“ [2.2].

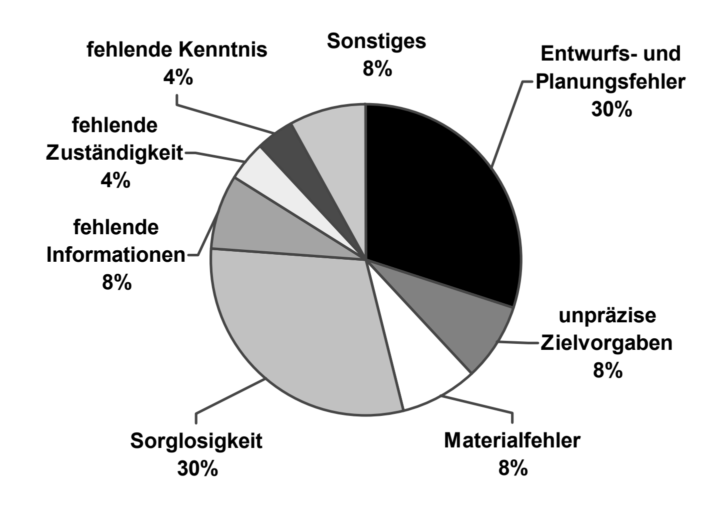


Bild 2-3: Fehlerursachen im Bauwesen [2.7]

2.2.2 Aufgaben und Ziele eines Qualitätsmanagements

Neben der Einhaltung der versprochenen Produktqualität verfolgt ein Qualitätsmanagement noch weitere Ziele und Aufgaben wie z. B.:

Verbesserung der Prozessqualität

Neben dem Produkt selbst wird auch der Prozess der Leistungserstellung systematisiert und optimiert, um Kosten zu sparen und Fehler zu vermeiden.

Absicherung gegen Gewährleistung und Produkthaftung

Jedem im Bauwesen ist die Bedeutung der Gewährleistung bekannt. Die Absicherung erfolgt über die Organisation der Dokumentation und deren Aufbewahrung, damit der Nachweis erbracht werden kann, dass man beispielsweise nach den anerkannten Regeln der Technik ausgeführt hat.

Stärkung des Verantwortungsgefühls des Einzelnen

Der Einzelne soll sich für seine Arbeit und damit für das Produkt verantwortlich fühlen. Wenn die Zuständigkeit nicht geklärt ist, wird sich jeder denken, dass sich schon ein anderer kümmern wird.

Erschließung internationaler Märkte

Hat ein Unternehmen ein funktionierendes Qualitätsmanagementsystem, kann es sich von einer unabhängigen Stelle zertifizieren lassen. Eine solche Zertifizierung ist bei etlichen Auftraggebern in der EU Voraussetzung für die Zulassung zum Wettbewerb.

Kundenzufriedenheit

Alle diese Maßnahmen dienen im Endeffekt, die Zufriedenheit des Kunden zu erhöhen. Speziell im Bauwesen sollte niemals vergessen werden, dass es das Geld des Kunden ist, mit dem wir umgehen. Dementsprechend ist seinen Wünschen zu folgen und ihm eine entsprechende Ausführungsqualität zu erstellen.

2.2.3 Die DIN EN ISO 9000 – Serie

Zur Verbesserung der Einheitlichkeit des Qualitätsmanagementstandards und zur Absicherung gegenüber Missverständnissen wurde ein Regelwerk bzw. Normensystem aufgestellt: die Normenfamilie der DIN EN ISO 9000 – Serie. Der Inhalt der Normen erscheint häufig für einen funktionierenden Betrieb als selbstverständlich . Im Jahr 2000 erfolgte eine Überarbeitung der Normen, die so genannte „große Revision“, nach der im Wesentlichen nur noch drei Normen existieren. Konzepte und Begriffe werden in der DIN EN ISO 9000 definiert. Die DIN EN ISO 9004 erläutert als Leitfaden die Aufgaben und Werkzeuge eines Qualitätsmanagementsystems, die DIN EN ISO 9001 stellt die Forderungen an ein Qualitätsmanagementsystem als Leitfaden für die praktische Anwendung dar. Die DIN EN ISO 9002 und 9003 sind mit in die DIN EN ISO 9001 aufgegangen. Nach der großen Revision ist das Ziel des Qualitätsmanagements endgültig die „unbedingte Kundenzufriedenheit ohne Wenn und Aber“ [2.4].

2.2.4 Die Qualitätsmanagementorganisation

Im Bausektor sind die Qualitätsmanagementsysteme in der Regel formal gesehen Pyramidenförmig aufgebaut (Bild 2-4). Die oberste Dokumentationsebene ist das so genannte Qualitätsmanagementhandbuch. Es ist unternehmensweit gültig und beschreibt alle relevanten Regelungen, Prozesse und Dokumentationsteile. Häufig besteht das Handbuch aus einem Teil, der auch Kunden und der Zertifizierungsstelle zur Verfügung gestellt wird, und einem Teil, der nur innerbetrieblich verteilt wird, in dem firmeninterne Informationen enthalten sind.

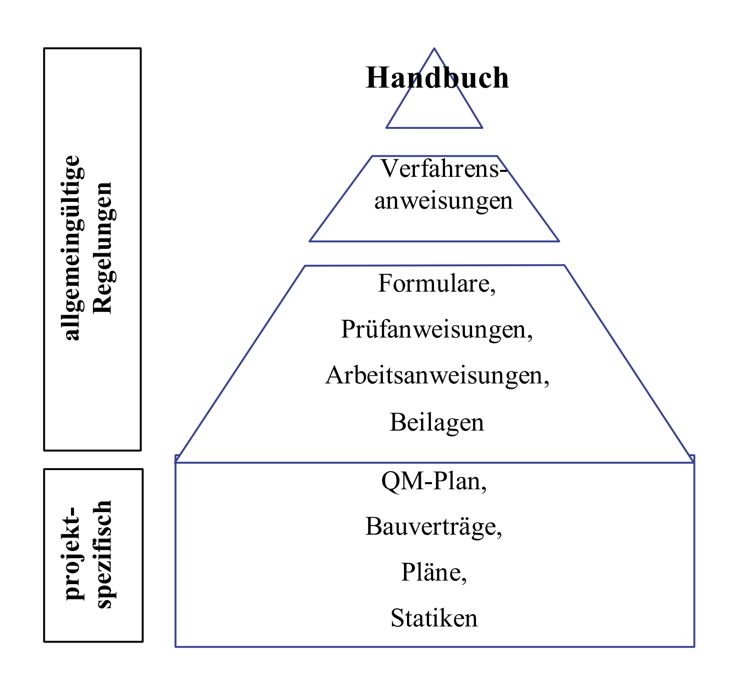


Bild 2-4: Die Qualitätsmanagementorganisation [2.14]

In den folgenden Dokumentebenen mit Verfahrens-, Arbeits- und Prüfanweisungen werden detaillierte Anweisungen zur Verrichtung einzelner Tätigkeiten beschrieben. Es handelt sich jedoch um allgemein gültige Regelungen, die nicht auf ein spezielles Projekt zugeschnitten sind. Es hat sich als sinnvoll erwiesen, bereits bei der Entwicklung des Systems Mitarbeiter mit einzubeziehen, um eine größere Akzeptanz und Praktikabilität zu erreichen.

2.2.5 Die Elemente eines Qualitätsmanagementhandbuches

Während früher ein Qualitätsmanagementhandbuch in der Regel nach 20 Normelementen, die aus der DIN EN ISO 9001 stammten, gegliedert war, sind nach der großen Revision nur noch sechs Verfahren zu dokumentieren. Dadurch sollte den Unternehmen ein wesentlich größerer Spielraum entstehen, nur dem tatsächlich notwendigen Dokumentationsbedarf gerecht zu werden. Die sechs vorgeschriebenen Verfahren lauten [2.8]:

Lenkung von Dokumenten

Es muss sichergestellt werden, dass immer gültige Fassungen der zutreffenden Dokumente an den jeweiligen Einsatzorten verfügbar sind. Auf Lesbarkeit und Erkennbarkeit der Dokumente sollte geachtet werden. Außerdem muss die Verteilung gewährleistet sein.

Lenkung von Qualitätsaufzeichnungen

Über Aufzeichnungen können die Konformität mit den Anforderungen und das wirksame Funktionieren des Qualitätsmanagementsystems nachgewiesen werden.

Internes Audit

Mithilfe interner Auditberichte kann das Qualitätsmanagementsystem auf seine Wirksamkeit überprüft werden. Zur Bewertung sollten ausgebildete Qualitätsmanager und Qualitätsbeauftragte eingesetzt werden. Externe Auditoren haben den Vorteil der Neutralität.

Lenkung von Fehlern

Die Verantwortlichkeit zur Fehlerbeseitigung muss festgelegt werden, damit die Behebung sichergestellt ist. Bei nur schwer zu behebenden Fehlern kann eine Sonderfreigabe durch eine unabhängige Stelle erfolgen.

Korrekturmaßnahmen

Korrekturmaßnahmen dienen zur Beseitigung der Ursachen von Fehlern, um ein erneutes Auftreten zu verhindern. Die Korrekturmaßnahmen sollten aufgezeichnet und bewertet werden. Fehler müssen ohne Schuldzuweisung aufgearbeitet werden können.

Vorbeugungsmaßnahmen

Vorbeugungsmaßnahmen sollen zur Beseitigung der Ursachen möglicher Fehler erfolgen. Im Bauwesen kann die Unternehmensleitung in Form von Problemberichten über Verbesserungspotenziale im Betrieb informiert werden. Auf diese Art kann jeder Mitarbeiter seinen Beitrag dazu leisten. Checklisten sind zur Erfassung der Projektrisiken geeignet.
Natürlich sind die Inhalte dieser sechs Punkte wesentlich umfangreicher als hier dargestellt. Ein Qualitätsmanagementhandbuch ist genauso wie das ganze Qualitätsmanagement „lebendig“, d. h. es wird ständig verbessert und neuen Bedürfnissen angepasst. Im Allgemeinen ist es gelungen, auch die Meister- und Polierebene mit in das Qualitätsmanagementsystem einzubinden.

2.3 Kostenmanagement

Bearbeitet von Boris Herrmann

2.3.1 Kostenermittlung

Zu jeder Kostenplanung eines Projektes gehört ein Projektstrukturplan. Er ist Grundlage Kosten den Kostenträgern zuzuordnen. Der Projektstrukturplan gibt Auskunft darüber, in welchem Bereich des Projektes die Kosten zugeordnet sind [2.10].
Der traditionellste Weg der Kostenermittlung stellt die direkte Schätzung dar. Jedes Projekt wird hierzu auf einzelne Arbeitspakete oder Vorgänge unterteilt. Bei der Schätzung können

nun Informationen aus älteren Projekten benutzt werden, um Kosten festzulegen. Um Ungenauigkeiten bei der Schätzung zu vermeiden, ist es wichtig, das Projekt fein zu gliedern. So werden zu hoch festgelegte Kosten bei einem Arbeitspaket mit zu geringen Kosten eines anderen Paketes ausgeglichen.

Weitere Methoden zur Kostenermittlung sind:

- Bewertungsmethode (HOAI),
- Aufwandserfassung.

2.3.2 Kostenplanung

Nachdem die Kostenarten je Periode summiert sind, zeigt die Kostenganglinie, welche anfallenden Kosten innerhalb der festgelegten Perioden entstehen. Früheste und späteste Lage der Kostenganglinie müssen nun genau untersucht werden. Da beide Optionen dazu führen können, Kosten einzusparen (Bild 2-5).

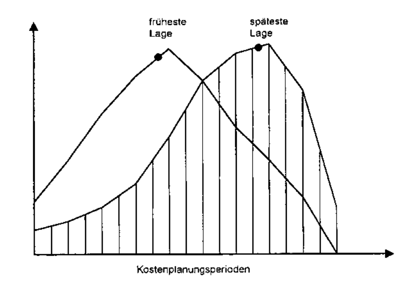


Bild 2-5: Kostenganglinie, früheste/späteste Lage [2.11]

Die Kostensummenlinie zeigt, wie viel Kosten bis zu einem bestimmten Zeitpunkt angefallen sind (Bild 2-6). Aus der Verteilung der Arbeitspakete ergeben sich eine „früheste Lage“ und eine „späteste Lage“ der Kosten pro Periode. So sind zwar die Gesamtkosten gleich, jedoch ist die Verteilung der Kosten pro Periode unterschiedlich.

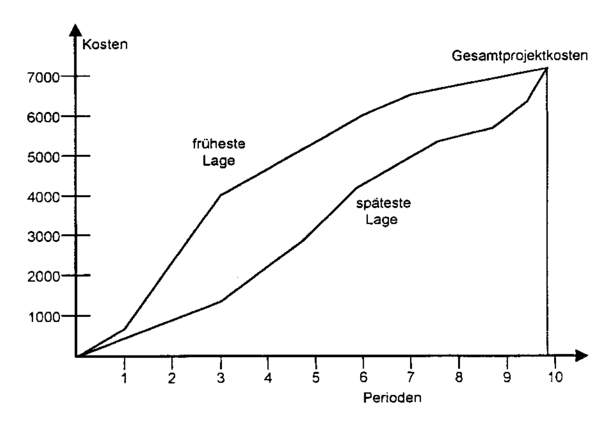


Bild 2-6: Kostensummenlinie, frühste/späteste Lage [2.11]

Hieraus ergeben sich für den Projektmanager, unterschiedliche Kostenplanungsmethoden.

2.3.3 Kostenkontrolle

Nachdem die Kostenplanung abgeschlossen ist und die Kostenverteilung dokumentiert ist, muss nun die Kostenvorgabe während der Projektdurchführung immer wieder mit den tatsächlich anfallenden Kosten verglichen werden.

Bei der Kostenkontrolle findet ein Vergleich der Ist- und Soll-Kosten statt. Eventuelle Abweichungen werden ermittelt.

Die Auswirkungsanalyse bildet die Basis für eventuelle Eingriffe durch das Projektmanagement. Hierbei ist eine Gegenüberstellung von Soll-/Ist-Fertigstellungsgrad und Soll-/Ist-Kosten eine wichtige Bezugsgröße um den festgelegten Kostenrahmen zu überprüfen (Bild 2-7). So kann frühzeitig ein Maßnahmenkatalog erstellt werden, um den Verlauf der anfallenden Kosten zu kontrollieren und zu steuern.

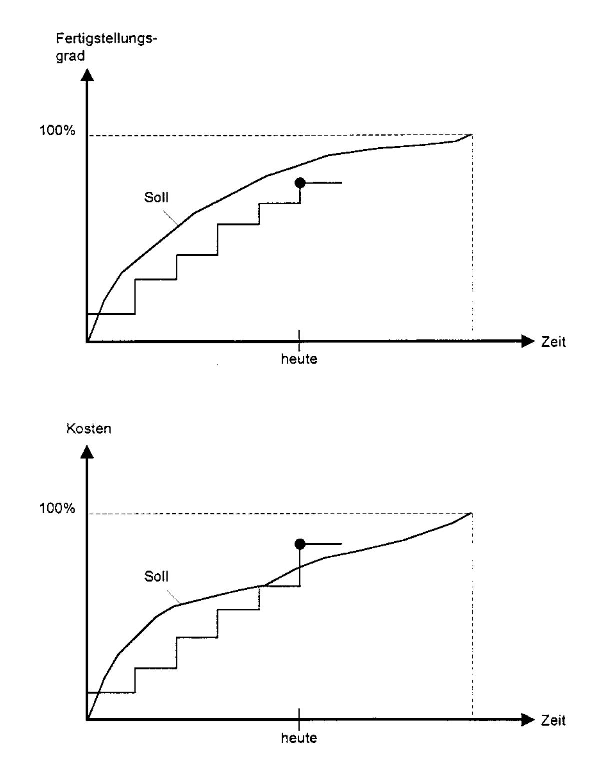


Bild 2-7: Soll-/Ist-Fertigstellungsgrad; Soll-/Ist-Kosten-Vergleich [2.11]

2.3.4 Abweichungsanalyse

Festgestellte Kostenabweichungen treten besonders häufig bei einer Verzögerung des Projektfortschrittes und notwendige

n Beschleunigungsmaßnahmen auf.

Ist-Kosten und geplante Kosten können dabei weit auseinander klaffen.

Es ist wichtig, nun den Grund der Verzögerung festzustellen, um Maßnahmen zu ergreifen, die zu einer positiven Korrektur des Kostenverlaufes führen.

2.4 Projektsteuerung

Bearbeitet von Adrian Worek

2.4.1 Terminplanung

Ein umfassendes Terminmanagement ist heute unumgänglich, da bereits zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses die früher üblichen Reserven in der Bauzeit reduziert und an den Bauherrn weitergegeben werden müssen. Denn jede Terminverzögerung hat sofort Auswirkungen auf die gesamte Bauzeit und die dann erforderlichen, meist aufwändigen Forcierungsmaßnahmen kosten viel Geld, Effizienz und Nerven. Zusätzlich ergibt es Probleme mit dem Bauherrn, wenn die Baufirma versucht, diese Mehrkosten vollständig an ihn weiterzugeben [2.13].

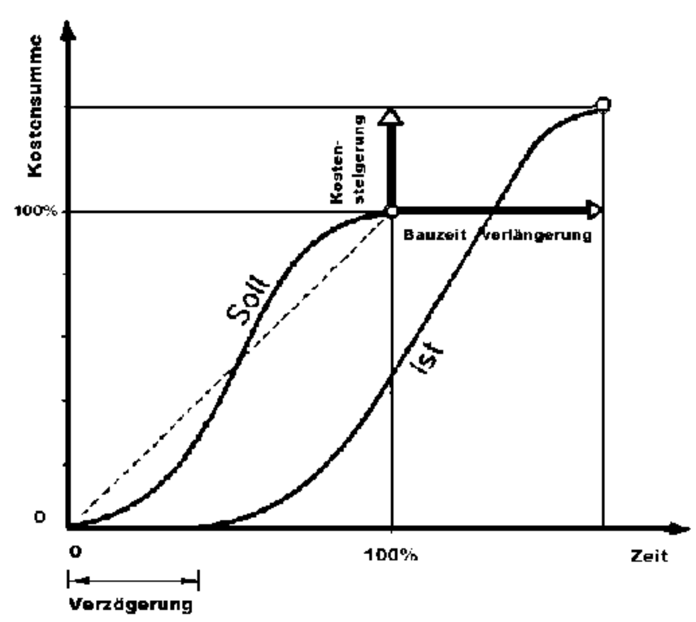


Bild 2-8: Kostensummenlinien des geplanten und tatsächlichen Bauablaufs [2.12]

Ein ausführliches Terminmanagement beinhaltet folgende Terminplanungen:

(1) ***Grobterminplanung*** in der Angebotsphase

(2) ***Übersichtsterminplanung*** nach Auftragserhalt

(3) ***Termindetailpläne*** als Arbeitsvorbereitung beinhaltend:

   a. Planlieferungsterminplan
   b. Ausschreibungs- und Vergabeterminplan
   c. Detailablaufpläne für die einzelnen Gewerke

(4) ***Terminkontrolle und -steuerung*** während der Bauausführung durch:

   a. SOLL-IST-Vergleiche
   b. Fortschrittsanalyse

c. Checklisten
d. Kontrollbericht

(5) ***Bauzeitanalyse*** nach Fertigstellung der Arbeiten

2.4.2 Terminplanung in der Angebotsphase

Die Grundlagen eines systematischen Terminmanagements beginnen bereits in der ersten Phase der Angebotserstellung. Hier müssen der Bauvertrag analysiert und die sich daraus ergebenden Risiken bewertet werden.

Im Zuge der näheren Angebotsbearbeitung wird dieser erste Grobterminplan mit Festlegung der Bauverfahren schrittweise verfeinert.

Dabei sollte man ganz besonders in dieser ersten Phase auf die terminbestimmenden Faktoren achten. Im Hochbau sind diese im Wesentlichen:

- die Art der Gründung,
- die Größe des Grundrisses,
- die Anzahl der Stockwerke,
- der Komplexitätsgrad der Grundrisse, d. h. der Anteil der Regelgeschosse und
- sowie der Ausbaugrad des Gebäudes.

2.4.3 Übersichtsterminplanung

Aufbauend auf dem Grobterminplan der Angebotsphase sollte möglichst schnell nach Auftragserhalt ein Übersichtsterminplan erstellt werden, der einen kompletten Überblick über alle Teilleistungen ermöglicht.

Hierbei ist die Darstellung sämtlicher Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Vorgängen von besonderer Bedeutung. Geeignet ist dazu z. B. ein vernetzter Balkenplan. Es werden dadurch die bestimmenden Zusammenhänge zwischen den einzelnen Gewerken dargestellt. Dies ist eine wichtige Grundlage für alle weiteren Termindetailplan-Überlegungen.

Außerdem können durch die Darstellung der Abhängigkeiten auch die Auswirkungen von eventuellen Verschiebungen einzelner Vorgänge auf andere Vorgänge sofort erkannt werden [2.1].

2.4.4 Termindetailplanung

Aufbauend auf dem Übersichtsterminplan können im Zuge der Arbeitsvorbereitung für die einzelnen Gewerke Termindetailpläne erstellt werden.

Bei der Erstellung dieser Pläne müssen die erforderlichen Kapazitäten, wie Personalanzahl, Dimensionierung der Schalungsvorhaltemenge oder Art und Anzahl der Geräte, ermittelt werden [2.9].
Zusätzlich sind außer den Termindetailplänen für ein umfassendes Terminmanagement folgende Terminpläne erforderlich:

Planlieferungsterminplan

Im Planlieferungsterminplan wird festgehalten, wann welche Pläne für die einzelnen Gewerke vorhanden sein müssen und gebraucht werden. Dabei müssen auch die erforderlichen Mindestvorlaufzeiten der Planübergabe vor dem Ausführungsbeginn berücksichtigt werden (beim Rohbau z. B. 4 Wochen).
Zusätzlich müssen auch die Freigabefristen der Pläne durch den Bauherrn im Planlieferungsterminplan Berücksichtigung finden.

Ausschreibungs- und Vergabeterminplan

Ein weiterer Terminplan ist der Ausschreibungs- und Vergabeterminplan. Hier müssen speziell im Generalunternehmerbau neben der Planung auch Personalressourcen für die Ausschreibung und Vergabe der Teilleistungen an die Subunternehmer berücksichtigt werden. Denn je früher die Ausschreibung abgeschlossen ist, desto länger bleibt Zeit für die Verhandlung der Subunternehmerleistungen.

2.4.5 Terminkontrolle und -steuerung

Der beste und detaillierteste Bauzeitplan ist wertlos, wenn er nicht regelmäßig verfolgt und aktualisiert wird. Erst durch das fortlaufende Arbeiten mit dem Terminplan wird dieser zum echten Instrument des Projektmanagements.

SOLL-IST-Vergleich

Mindestens einmal pro Monat sollte eine vollständige IST-Stand-Analyse durchgeführt werden. In kritischen Phasen und für spezielle Teilbereiche kann diese auch öfter erforderlich sein.
Jedoch erst durch den Vergleich und die Analyse zwischen IST und SOLL ist es dem Projektverantwortlichen möglich, eventuell erforderliche Gegenmaßnahmen zu setzen. Deshalb ist der SOLL-IST-Vergleich ein wichtiges Instrument der Terminkontrolle und -steuerung.
SOLL-IST-Vergleiche können folgende Angaben beinhalten:

- die geplante terminliche Lage eines Vorgangs (IST),

- die aktuelle terminliche Lage eines Vorgangs (SOLL),
- den aktuellen prozentualen Fertigstellungsgrad eines Vorgangs,
- die Auswirkung der aktuellen Lage auf zukünftige Vorgänge und
- mögliche Steuerungsmaßnahmen zur Erreichung des Terminziels.

SOLL-IST-Vergleich		Time Now: Woche 5										
		Woche 1	Woche 2	Woche 3	Woche 4	Woche 5	Woche 6	Woche 7	Woche 8	Woche 9	Woche 10	Woche 11
1	Erstellung der Antragsunterlagen											
2	Prüfung der Antragsunterlagen											
3	Überarbeitung der Antragsunterlagen											
4	Unterzeichnung, Kopien											
5	Einreichung											
			Soll				Ist				Aktuelle Prognose	

50% Fertigstellungsgrad

Bild 2-9: SOLL-IST-Vergleich anhand eines Balkenplans [2.12]

Fortschrittsanalyse

Besonders bei umfangreichen Baumaßnahmen ist es notwendig, die Einhaltung der Termine des Auftragnehmers zu hinterfragen, um den Fertigstellungsgrad eines Vorgangs festzustellen. Der Projektmanager muss sich hierzu ein Instrument schaffen, mit dessen Hilfe er den prozentualen Fortschritt eines Vorgangs oder eines Ablaufs erfassen kann. Dies kann zum Beispiel durch Tabellen geschehen, in denen die abzuarbeitenden Mengen und die tatsächlich abgearbeiteten Mengen gegenübergestellt werden. Auf diese Weise können Fertigungsgeschwindigkeiten ermittelt und Fertigstellungsprognosen erstellt werden. Die Ergebnisse der Analyse gehen in den SOLL-IST-Vergleich des Terminplans ein.

Tabelle 2-1: Beispiel für eine Fortschrittsanalyse [2.12]

Baufortschrittsanalyse

Abschnitt Stützen Untergeschoß									
	Anzahl Gesamt [Stk]	Gepl. Dauer [Wo]	Anzahl Soll [Stk]	Anzahl Ist [Stk]	Anzahl Ist-bisher [Stk]	Fertigungsgeschw. Soll [Stk/Wo]	Fertigungsgeschw. Ist [Stk/Wo]	Fertigungsgrad Soll	Fertigungsgrad Ist
Stützen Bereich A	80	10	35	27	22	8	5	44%	34%
Stützen Bereich B	90	12	7	15	10	7,5	5	8%	17%
Stützen Bereich C	70	10	0	3	0	7	3	0%	4%
Summe	240		42	45	32	22,5	13	18%	19%

Checklisten

Da es dem Terminplaner niemals gelingen wird, alle Tätigkeiten und Aufgaben zu erfassen, ist es sinnvoll, Checklisten zu erstellen und diese regelmäßig auf ihre Einhaltung zu überprüfen. In diesen Checklisten können zum Beispiel Tätigkeiten und Aufgaben aufgeführt werden, die sich für die Projektbeteiligten aus Problemen ergeben haben, welche in den Projektgesprächen aufgeworfen wurden [2.12].

Kontrollbericht

Der Kontroll- oder Fortschrittsbericht sollte genau wie der SOLL-IST-Vergleich in regelmäßigen Abständen erstellt werden. Hier werden alle Kontrolldokumente gesammelt und kommentiert. Außerdem werden der aktuelle Projektstand sowie Steuerungsmaßnahmen und deren Konsequenzen im Kontrollbericht erläutert [2.12].

Beispiele für Steuerungsmaßnahmen sind :

- Umstellung des Planungs- und Bauablaufs,
- Erhöhung der Kapazitäten,
- Abmahnung von Planern oder Ausführenden,
- Einforderung von Entscheidungen,
- Erhöhung des Projektbudgets,
- Reduzierung des Projektumfangs und
- Änderung der Projektziele.

Bauzeitanalyse

In vielen Fällen ist es zweckmäßig, die Probleme, die sich im Zuge der Bauausführung im Bereich Terminmanagement ergeben haben, nachträglich zu analysieren.

Einerseits sollte aus einmal begangenen Fehlern gelernt werden, andererseits gibt es im Bereich des Nachtragswesens eine große Bandbreite an Möglichkeiten, Mehrkosten aufgrund von Terminverzügen geltend zu machen.

Hierzu wird ein abschließender Terminverzugsplan erstellt, in dem alle Ablaufänderungen, Ausführungsverzüge, Behinderung durch Schlechtwetter oder fehlende Vorleistungen und kurzfristige Projektänderungen enthalten sind.

Hierbei wird zwischen einem Gesamtverzug, der dem Bauherrn und einem Gesamtverzug der dem Auftragnehmer zugeordnet werden kann, unterschieden.

Aus dem Unterschied zwischen SOLL- und IST-Bauzeiten sowie dem Terminverzugsplan können Rückschlüsse auf Behinderungen, sowie auf den Forcierungsmehraufwand und in weiterer Folge auf die sich daraus ergebenden Mehrkosten geschlossen werden.
Das Terminmanagement ist eines der wichtigsten Instrumente für die optimale Abwicklung der immer komplexer werdenden Projekte, die unter einem immer größeren Zeitdruck zu erstellen sind.
Durch den systematischen Einsatz der Terminmanagement-Instrumente vom ersten bis zum letzten Moment der Projektabwicklung lassen sich viele Probleme vermeiden oder zumindest so früh erkennen, dass noch rechtzeitig Gegenmaßnahmen gesetzt werden können, ohne dass sich die Fertigstellung des Bauwerks erheblich verzögert [2.13].

2.5 Literatur

[2.1] Brandenberger, J.; Ruosch, E.: Projektmanagement im Bauwesen. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln-Braunsfeld, 1974

[2.2] Deutsches Institut für Normung: DIN EN ISO 9000-1, Beuth-Verlag, Berlin 1994

[2.3] DIN 69901: Projektmanagement-Begriffe, Beuth Verlag Berlin, August 1987

[2.4] Fuhrmann, J.: Qualitätsmanagement im Bauwesen, Vorlesungsbeilage zur Vorlesung Qualitätsmanagement des Lehrstuhls für Massivbau, 2001

[2.5] Hartwich, R.; Prozessmanagement im Bauwesen. Bauingenieur-Organzeitschrift der VDI-Gesellschaft Bautechnik, Springer VDI-Verlag, Düsseldorf, 3/2002

[2.6] Hering, E. (Hrsg.): Qualitätssicherung für Ingenieure, VDI-Verlag, Düsseldorf 1993

[2.7] Jungwirth, D. (Hrsg.): Qualitätsmanagement im Bauwesen, VDI-Verlag, Düsseldorf 1996

[2.8] Kochendörfer, B.; Liebchen, J.: Bau-Projekt-Management, Grundlagen und Vorgehensweisen, Teubner-Verlag, Stuttgart 2001

[2.9] Kuhne, V.; Sommer, H.: Projektsteuerung im Hochbau. Bauverlag, Wiesbaden und Berlin, 1977

[2.10] Kuhne, V.: Projektmanagement beim Bauen, VDI Bericht 932, VDI-Verlag Düsseldorf, 1992

[2.11] Rationalisierungs-Kuratorium der deutschen Wirtschaft (RKW): Projektmanagement Fachmann Teile 1 bis 3. Auflage, 1996

[2.12] Seeling, R.: Projektsteuerung im Bauwesen. Schriftenreihe Baubetrieb, Band 3, Rhein.-Westf. Technische Hochschule Aachen, 1984

[2.13] Stempkowski, R.: Terminmanagement im Hochbau - Die kürzeste Bauzeit: Herausforderung bei Großprojekten

[2.14] Quellmelz, F.: Erfahrungen mit der Einführung von Qualitätsmanagement-systemen in bauausführenden Unternehmen, Vorlesungsbeilage des Lehrstuhls für Baubetrieb und Bauwirtschaft

3 Grundbau und Rohbautechnik

3.1 Schlitzwände und Primärstützen

Bearbeitet von: Marc-André Keip

3.1.1 Baugruben

Geschlossene Wasserhaltungen

Geschlossene Wasserhaltungen können auf verschiedene Weisen ausgeführt werden. Eine davon ist eine Baugrube im Schutze einer Spundwandumschließung, verbunden mit einer Grundwasserabsenkung mit Hilfe von Brunnen.

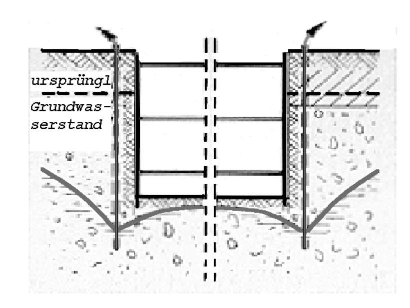


Bild 3-1: Spundwandumschließung mit Grundwasserabsenkung [3.17]

Doch bietet eine solche Bauweise eine Reihe von Nachteilen:
Erstens mögen die Bodenverhältnisse dazu möglicherweise nicht ideal geeignet sein, also im Falle eines sehr gut durchlässigen Bodens in Verbindung mit sehr hohem Grundwasserstand. Dies hätte große Mengen von abzuleitendem Wasser zur Folge.
Zweitens müsste man mit unerwünschten Setzungen der Nachbarbebauung rechnen, denn diese resultieren aus einer Spannungsumlagerung im Boden, die jede Grundwasserabsenkung unausweichlich mit sich zieht.
Des Weiteren wäre das Setzen von Ankern oder Steifen unvermeidbar, da Spundwände alleine solch immensen Belastungen nur schwer standhielten und außerdem sehr große Verformungen zuließen. Gerade das Setzen von Ankern kann auf Widerstand der benachbarten Hauseigentümer stoßen, oder ist durch die angrenzende Bebauung technisch schon gar nicht ausführbar.
Eine weitere Möglichkeit der Baugrubenausführung stellt die Schlitzwandumbauung, die durch die Bauwerksdecken der Untergeschosse ausgesteift wird, dar.

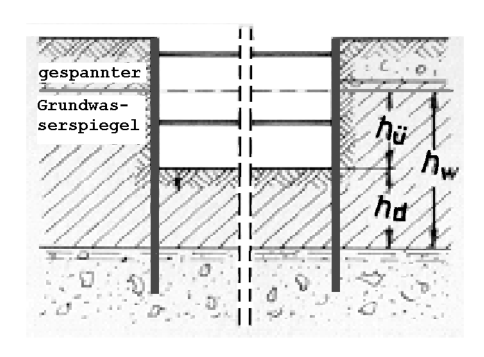


Bild 3-2: Spundwandumschließung mit aussteifenden Geschossdecken [3.17]

Diese Bauweise bietet eine Reihe von Vorteilen:

Erstens scheidet die sonst unumgängliche Grundwasserabsenkung verbunden mit einer kostspieligen Wasserableitung aus, falls die Baugrube als so genannter Trog ausgeführt wird. Vollständig kann allerdings nicht auf eine Wasserhaltung verzichtet werden, da eine 100%-ige Dichtigkeit bei Schlitzwänden nicht erreicht werden kann.

Zweitens sind Schlitzwände als tragende Bauteile in ein Gebäude integrierbar. Sie ermöglichen also neben der Aufnahme des horizontalen Erd- und Wasserdrucks auch eine Lastabtragung in vertikaler Richtung.

Des Weiteren sind sie steifer als Spundwände oder dergleichen, sodass größere Verformungen der Wände ausbleiben. Denn dann wären Setzungen der Nachbargebäude nicht auszuschließen.

Im Zusammenhang mit der Tatsache, dass man sich beim Bauvorhaben Benrather Karree für die Anwendung einer Deckelbauweise entschloss, lässt es sich leicht nachvollziehen, warum die Baugrube größtenteils mit einer Schlitzwand umschlossen wurde.

3.1.2 Schlitzwände

Bauablauf

Der Bauablauf lässt sich grob in drei Abschnitte einteilen:

Der erste Bauabschnitt umfasst das genaue Setzen von Leitwandkästen, die unter anderem den Zweck erfüllen, das Positionieren der Schlitzwände optimal zu ermöglichen.

Da der Bodenaushub im Schutze der Schlitzwandumbauung von statten gehen soll, muss an nächster Stelle das Herstellen von Schlitzen, die die Abmessungen der zu errichtenden Schlitzwand vorgeben, stehen. Diese werden mit Fräsen, Greifern o. Ä. hergestellt – abhängig von den örtlichen Bodenverhältnissen. Die Schlitze erreichen bezüglich der Breite einer solchen Wand nicht selten Größenordnungen von bis zu einem Meter oder mehr. Wichtig ist, dass man beim Fräsen abschnittsweise vorgeht, um die Standsicherheit der Schlitze zu ge-

währleisten. Ein weiterer Grund für das abschnittsweise Fräsen ist baubetrieblicher Art, nämlich die begrenzten Abmessungen der Fräsen.

Parallel dazu, also schon beim Aushub, muss mit dem Verfüllen der Schlitze mit einer stützenden Flüssigkeit, beispielsweise einem Gemisch aus Wasser und Bentonit, begonnen werden. Diese hat eine geringfügig höhere Dichte als Wasser (>1,05 * γ_W), sodass ihr Stützdruck stets höher ist, als der hydrostatische Druck des Grundwassers. Dies unterbindet eine Strömung von Bodenseite zum Schlitz, die ein Einstürzen des anstehenden Bodens zur Folge hätte. Außerdem bildet sich wegen der Filterwirkung des Bodens eine Art Membran auf der Aushubwand, sodass sich einzelne Bodenteile nicht aus der Wand lösen.

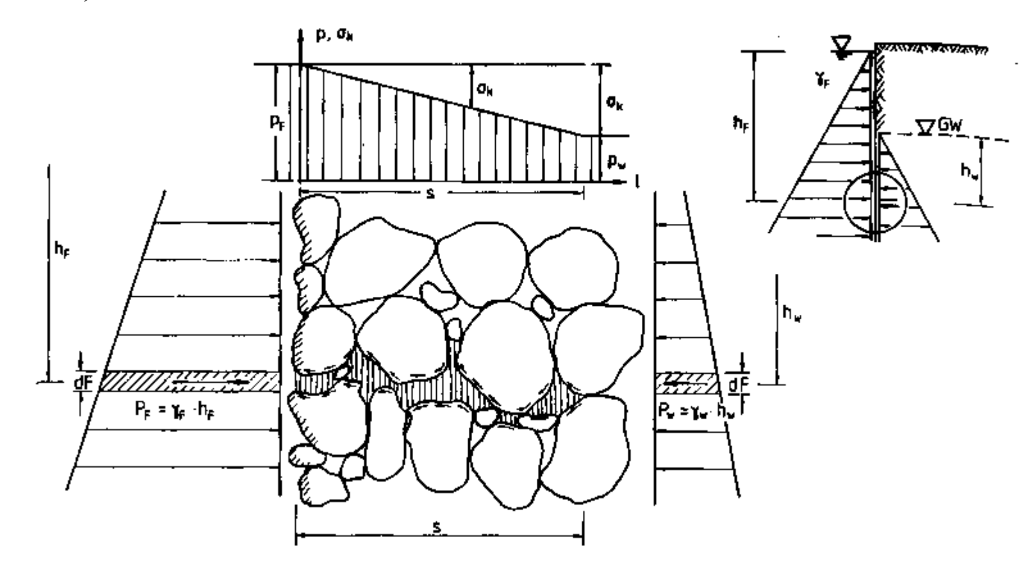


Bild 3-3: Druckgefälle in einem mit Stützflüssigkeit gefüllten Schlitz [3.17]

P_F = hydrostatischer Druck der Stützflüssigkeit

P_W = hydrostatischer Druck des Grundwassers

Sollte das zu erzielende Druckgefälle zwischen Schlitz und Wandungen wegen örtlicher Bedingungen nicht ohne Weiteres zu bewerkstelligen sein, kann es durch geeignete Leitwandabmessungen (Änderung der Höhe) leicht erhöht werden.

Sind diese Arbeitsschritte abgeschlossen, kann mit dem Einhängen von Bewehrungskörben begonnen werden. Diese sind mithilfe der Leitwandkästen genauestens zu justieren. Nun folgt das Betonieren der Schlitze, das sukzessive von unten nach oben mittels Schüttrohren und unter Verdrängung der Stützflüssigkeit vollzogen wird. Die Suspension ist nun nicht etwa wertlos. Sie kann nach Reinigung, das heißt nach Befreiung bodenmäßiger Bestandteile, wieder eingesetzt werden.

Wasserdurchlässigkeit / Fugen (siehe auch 3.3)

Das abschnittsweise Fräsen und Betonieren der Schlitzwand hinterlässt unvermeidbare Übergangsstellen, da frischer Beton an bereits erhärteten betoniert wird. Diesem unerwünschten

Effekt muss durch geeignete Maßnahmen entgegengewirkt werden, beispielsweise durch das Einbauen von Fugenbändern, dazu geeigneten Fertigteilen oder Ähnlichem.

3.1.3 Primärstützen

Funktion

Primärstützen werden benutzt, um Lasten der aufgehenden Bebauung in den Boden abzuleiten und um die bei der Deckelbauweise von oben nach unten hergestellten Decken abzustützen. Mit ihnen wird also eine zu große Spannweite des Deckels vermieden, die ihrerseits überhöhte Querschnitte des Deckels zur Folge hätte. Primärstützen werden daher dort angeordnet, wo später auch Wände oder Stützen stehen sollen. Aus diesen Gründen wird die Form der Stützen von der späteren Nutzbarkeit abhängig gemacht. Sind sie z.B. späterer Bestandteil einer Tiefgarage, bietet sich eine wandartige Form an. Beschaffen sind sie zumeist aus Ortbeton, aus Fertigteilen, d. h. Stahl oder Stahlbeton oder aus einem Verbund beider. Gegründet werden sie allerdings auf Gründungskörpern aus Ortbeton.

Herstellung

Veranschaulicht werden soll eine Herstellungsweise der Primärstützen aus Betonfertigteilen:
Genauso wie bei den Schlitzwänden wird mit dem Setzen von Leitwandkästen begonnen. Anschließend werden Schlitze oder Bohrungen bis unter die tiefste Aushubsohle hergestellt (Bild 3-4).

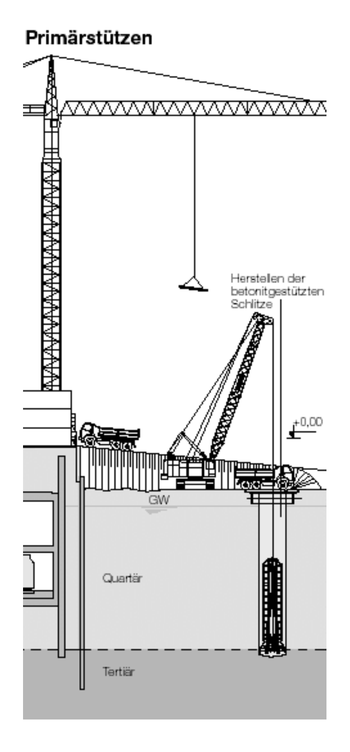


Bild 3-4: Fräsen eines Schlitzes für die Primärstütze [3.16]

In die Schlitze wird ein Bewehrungskorb eingehängt, in den das Fertigteil der Primärstütze eingefädelt und über Stahlbolzen gekoppelt wird. Anschließend werden Primärstütze und Bewehrungskorb zusammen bis zur Solltiefe in die Bohrung abgelassen. Da das Eigengewicht einer solchen Stütze sehr hoch ist, benötigt man entsprechendes Gerät auf der Baustelle.

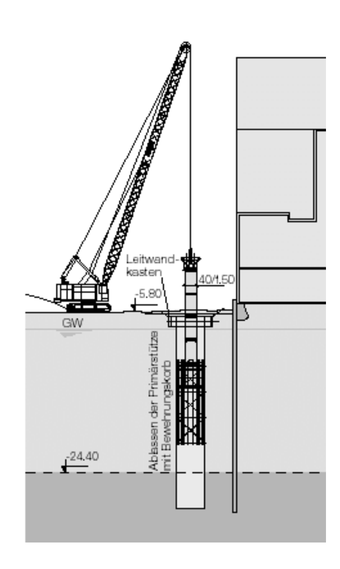


Bild 3-5: Ablassen einer Primärstütze [3.16]

Auf Bild 3-6 sieht man eine bereits abgelassene Primärstütze mit Bewehrungskorb. Die Einschnürungen der Stütze dienen dem späteren Anbringen der Decken.

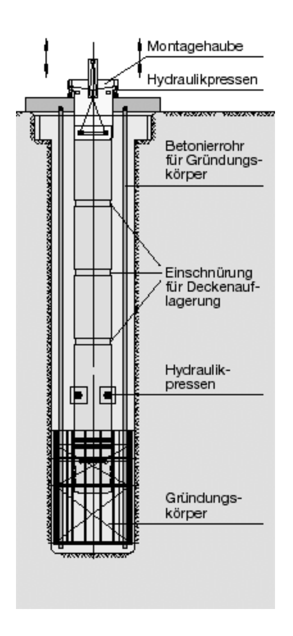


Bild 3-6: abgelassene Primärstütze [3.16]

Präzision beim Einbau der Primärstützen ist von höchster Wichtigkeit. Daher ist das genaue Einmessen der Stütze, beispielsweise mit einem Inklinometer, unumgänglich. Die Messergebnisse können dann von Hydraulikpressen umgesetzt werden. Als Nächstes muss mit dem Betonieren des Gründungskörpers fortgefahren werden. Dies geschieht selbstverständlich über Schüttrohre, um einem Entmischen des Betons vorzubeugen. Ist der Beton erhärtet, können die Hydraulikpressen abmontiert werden.

3.2 Deckelbauweise

Bearbeitet von Bastian Warot

3.2.1 Definition, Anforderungen

Die Deckelbauweise ist ein Bauverfahren, das für das Herstellen tiefer Baugruben in innerstädtischen Bereichen entwickelt wurde. Dieses Herstellungsverfahren stellt besondere Anforderungen an die Planung und ist eine Herausforderung für die Logistik sowie die Organisation der Ausführung.

3.2.2 Baugrubenumschließung, Herstellung des Deckels

Nach dem Einbringen der Baugrubenumschließung wird die erste Decke hergestellt (Bild 3-7). Als Schalung wird hierzu der anstehende Baugrund genutzt, der gegebenenfalls mit einer Sauberkeitsschicht versehen wird. Diese Decke bildet dann den so genannten „Deckel“, der dieser Bauweise den Namen gibt.

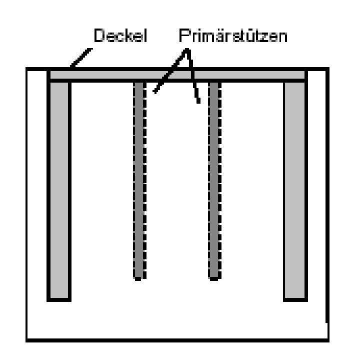


Bild 3-7: Herstellung der Baugrubenumschließung, der Primärstützen und des Deckels [3.11]

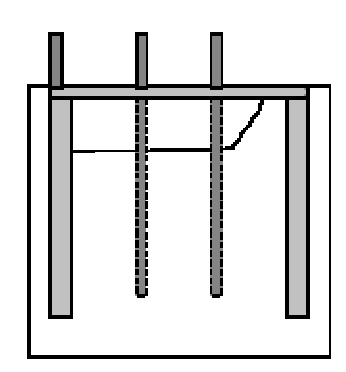


Bild 3-8: Aushub in der ersten Ebene „unter Tage“ sowie parallele Ausführung der oberirdischen Bebauung [3.11]

3.2.3 Aushub und Abtransport

Unterhalb dieses Deckels kann nun der Aushub erfolgen [3.11]. Die Deckenplatte lagert dabei auf den Primärstützen (Bild 3-8). Für die Abfuhr des Aushubs stehen prinzipiell zwei unterschiedliche Alternativen zur Verfügung:

Eine Möglichkeit ist das Erstellen einer Rampe, über die der LKW- Verkehr abgewickelt werden kann und die der jeweiligen Aushubebene angepasst wird. Dies erfordert jedoch im Allgemeinen sehr lange oder große Baugruben.

Eine weitere Option sind Aushuböffnungen in den Geschossdecken. Hierbei wird der Aushub auf den verschiedenen Ebenen mit entsprechenden Aushubgeräten zusammengetragen und über Seilbagger herausgefördert. Diese Aushuböffnungen können für den gesamten Materialtransport und die Baustoffversorgung verwendet werden.

Die Abmessung der Aushubgeräte sowie die Gestaltung der Aushubförderung müssen bereits in die konstruktive Planung mit einbezogen werden.

3.2.4 Rohbauarbeiten

Während des Aushubs kann zeitgleich mit dem oberen Rohbau begonnen werden (Bild 3-9). Ist der Aushub planmäßig erfolgt, so werden anschließend Decken, Wände, Stützen und die Sohle hergestellt. Für das Herstellen der unteren Decken gibt es ebenfalls unterschiedliche Varianten:

Anstelle die Decke auf dem Planum des anstehenden Bodens zu fertigen, kann auch der Aushub erfolgen und die Deckenschalung an die obere Decke angehängt werden.

Nach der Erhärtung wird die Schalung über elektrische Seilwinden abgelassen und eine Etage tiefer wieder als Schalung eingesetzt. Dies hat den Vorteil einer gleichmäßig guten Oberfläche der Deckenunterseite. Außerdem kann der Aushub, soweit statisch möglich, teilweise schon unter der noch nicht fertig gestellten Decke weitergeführt werden oder schon mit dem Aushub des Bodens begonnen werden, während im anderen Bereich die Decke noch nicht fertig gestellt ist.

Ein weiterer Grund für die angehängte Schalung ist: Würde auf der Aushubebene betoniert, müsste diese immer wieder als Planum hergerichtet und mit dem Aushub durch die Aushuböffnung neu begonnen werden.

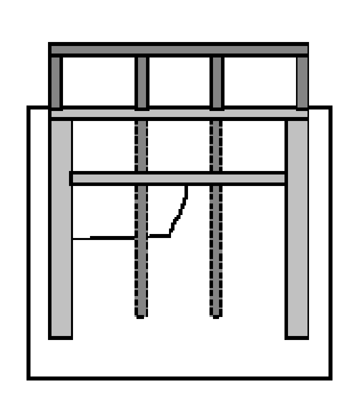


Bild 3-9: Herstellung des nächsten Geschossdecke und Weiterführung des Aushubs in der zweiten Ebene [3.11]

Bild 3-10: Bauwerk im Endzustand [3.11]

3.2.5 Lastabtragung

Die anfallenden Lasten des Rohbaus oberhalb des Deckels werden von dem Deckel in die Schlitzwände und Primärstützen verteilt. Die Verbindung hierzu wird über Schraubanschlüsse bei Deckel und Primärstützen oder über herabgebogene, nachträglich mitbetonierte Bewehrungseisen bei Deckel und Schlitzwand gewährleistet. Zudem übernehmen die horizontalen Geschossscheiben auch noch eine aussteifende Funktion und sichern so die vertikale Baugrubenumschließung gegen Erddruck und anstehendes Grundwasser, da auf Steifen und Anker verzichtet wird. [3.1], [3.2]

3.2.6 Vorteile / Nachteile

Die Deckelbauweise wurde ursprünglich im Rahmen des unterirdischen Verkehrswegebaus entwickelt und wurde erstmals 1957 beim Bau der Mailänder U- Bahn in Italien angewandt. Mittlerweile findet Sie im innerstädtischen Bereich auch eine breite Anwendung bei der Erstellung anderer rein unterirdischer Bauten wie z.B. Parkhäuser und bei Bauten mit gleichzeitig aufgehender Bebauung [3.14].

Vorteile

- Die Deckelbauweise führt gegenüber einer Bauweise mit offener Baugrube zu wesentlich geringeren Setzungen, weil die sukzessive Entlastung des Bodenaushubs durch die zeitgleiche Belastung aus dem Rohbau kompensiert wird. So wird Bodenentlastung und nachfolgende Wiederbelastung vermieden.

- Neben den geringen Setzungen ermöglicht die Deckelbauweise ganz erhebliche Bauzeitreduzierung sowie frühzeitige Nutzungsmöglichkeiten. So kann z. B. bei Tiefbauten nach der Fertigstellung des Deckels die Verkehrsfläche wieder freigegeben werden oder es kann mit gestalterischen Maßnahmen begonnen werden (Bild 3-11).

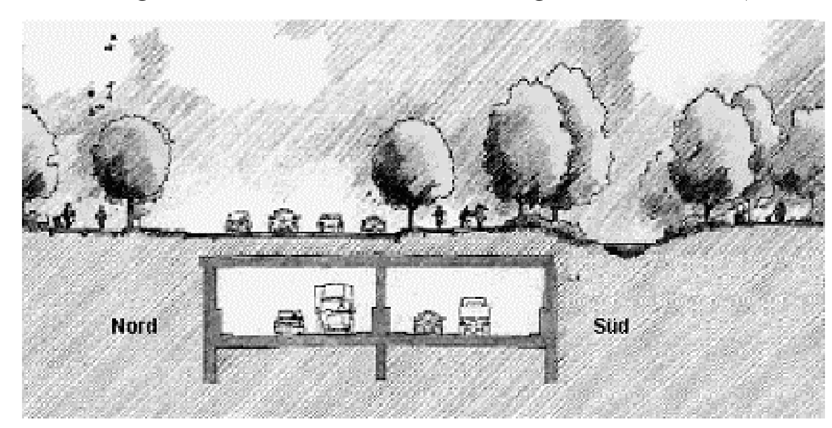


Bild 3-11: Petuelring in München [3.15]

- Bei Baumaßnahmen mit aufgehender Bebauung können nach der Herstellung des Deckels parallel zu den Untergrundarbeiten mit den Arbeiten im Hochbau begonnen werden (Bild 3-12). In einigen seltenen Fällen kann so zum Zeitpunkt der Arbeiten an der Sohle der Rohbau oberhalb des Deckels schon fast fertig sein. Somit könnten Richtfest und Grundsteinlegung am gleichen Tag gefeiert werden.

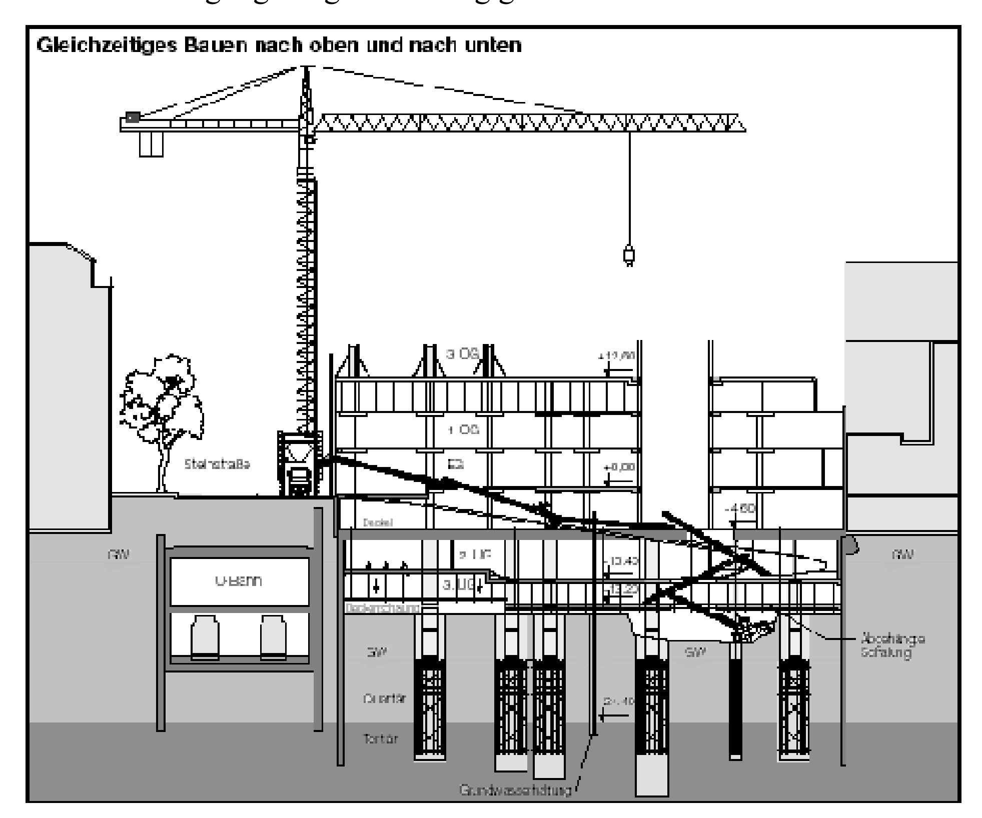


Bild 3-12: Sevens – Düsseldorf GbR [3.16]

- Ein weiterer Vorteil ist der wesentlich geringere Lagerplatzbedarf für Baustelleneinrichtung und der Baustellenverkehr, da die Kellerdecken hierfür genutzt werden können.
- Die zum größten Teil unter Tage ausgeführten Arbeiten sind weitestgehend wetterunabhängig und führen zu geringen Lärmemissionen.
- Auf die Rückverankerung der Schlitzwände kann verzichtet werden.

Nachteile

- Die Mehrkosten für den Rohbau von etwa 5- 10 % abhängig von Konstruktion und Abmessungen. Das entspricht etwa 2- 3 % Mehrkosten bezogen auf die Gesamtbausumme. Sie werden aber fast immer durch die Vorteile der Deckelbauweise mehr als ausgeglichen. Die realisierbare Bauzeitverkürzung bietet im Gegenzug ein Einsparpotenzial für die Finanzierungskosten, da das Objekt früher am Markt gewinnbringend genutzt werden kann.
- Ein möglicher Nachteil ist, dass die Rohbauplanung der Gebäude auf die Gesichtspunkte des Tiefbaus abgestimmt werden muss. Dies bedeutet im Wesentlichen nur, dass durchgehende Geschossdecken in den Untergeschossen vorhanden sind.
- Ebenfalls hat die Deckelbauweise überdurchschnittlich hohe Qualitätsansprüche an die Bauausführung. So müssen viele Details der Konstruktion und Durchführung sicher beherrscht werden.

3.2.7 Zusammenfassung

Die Deckelbauweise wird mittlerweile zu den Standardbauweisen des Grundbaus gezählt und hat sich bei zahlreichen Projekten gerade im innerstädtischen Bereich erfolgreich bewährt. Sie bietet technische und wirtschaftliche Vorteile und ist so als Bauweise für Bauwerke mit mehreren Untergeschossen und empfindlicher Nachbarbebauung bei kurzer Bauzeit stets eine erwägenswerte Alternative.

3.3 Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton

Bearbeitet von Roberto Fürst

3.3.1 Allgemeines

Bauwerke aus wasserundurchlässigem Beton kommen dann zum Einsatz, wenn man Ansprüche an die Dichtheit eines Bauwerkes hinsichtlich eines Feuchtetransports in flüssiger Form

stellt. In diesen Fällen findet die Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton Anwendung [3.3]. Diese Richtlinie enthält Regelungen und Anforderungen zur Erfüllung der Abdichtungsfunktion.

Teil 1 der Richtlinie beinhaltet die Begriffe und die allgemeinen Regeln, Teil 2 ergänzende Regeln für den Wohnungs- und Wirtschaftsbau („Weiße Wannen“).

In der Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ werden Bauwerke in Wasserundurchlässigkeitsklassen und Beanspruchungsarten aufgeteilt. Es gibt 2 Beanspruchungsarten und 2 Wasserundurchlässigkeitsklassen gemäß Tabelle 3-1. In der Wasserundurchlässigkeitsklassen WU muss Art und Menge des Wasser- bzw. Feuchtetransports durch das Bauteil genau festgelegt werden; dieses stellt den Standardfall dar. Die Klasse WUH hingegen gestattet keinen Feuchtetransport in flüssiger Form. Diese Klasse wird nur in Fällen mit besonders hohen Nutzungsansprüchen vereinbart. Die Dichtheit des Bauwerks muss in einem solchen Fall über die gesamte Nutzungsdauer gewährleistet sein. Die Kombination dieser beiden Instrumente definiert klar die Anforderungen an das zu erstellende WU-Bauwerk.

Tabelle 3-1: Wasserundurchlässigkeitsklassen und Beanspruchungsarten

				Wasserundurchlässigkeitsklassen	
				WU	WUH
			Anforderungen an das Bauteil	Art und Menge des zulässigen Wasserdurchtritts ist zu vereinbaren	kein Wasserdurchtritt durch den Beton, durch Risse oder Fehlstellen
1	**Beanspruchungsarten**	**1**	Drückendes Wasser, aufstauendes Sickerwasser und nichtdrückendes Wasser	**WU 1**	**WUH 1**
2		**2**	Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser	**WU 2**	**WUH 2**

3.3.2 Planung von WU–Bauwerken

Bei der Planung sind mehrere Faktoren wichtig. Neben der Wahl des richtigen Betons sind auch konstruktive Details, wie Bauteilabmessungen, Bewehrungsführung bzw. Art und Lage von Fugen, von großer Bedeutung [3.13].

Wahl des Betons

Der Beton muss bestimmte Eigenschaften aufweisen. Der Beton darf maximal eine Wassereindringtiefe von 50 mm haben. Der Wasser/Zement-Wert muss kleiner als 0,6 sein. Unter bestimmten Umständen, wie z. B. chemischen Angriff durch aggressive Wässer, liegt die Obergrenze deutlich niedriger ($(w/z)_{eq}$-Wert zwischen 0,45 und 0,50). Der Zementleimgehalt sollte 300 l/m^3 nicht überschreiten, um die Hydrationswärme und das Schwinden gering zu halten.

Zur besseren Verarbeitbarkeit und Verdichtungswilligkeit des Frischbetons werden Fließmittel beigemischt. Weiterhin ist hierbei von Vorteil, eine Sieblinie mit möglichst kleinem Größtkorn zu wählen. Durch die kleineren Zuschläge ist ein besseres Umfließen der Bewehrung möglich, da der Beton später ein dichtes Gefüge aufweisen muss (Kiesnester oder Hohlräume werden vermieden).

Oft wählt man verschiedene Betonrezepturen für unterschiedliche Bauteilabschnitte. Je nach Konstruktion sind andere Eigenschaften gefragt.

Konstruktion

Die Konstruktion sollte klar und einfach gegliedert sein [3.4]. Um Zwang gering zu halten, sollten möglichst ebene, glatte Bauteile ausgeführt werden. Sinnvoll ist für den Herstellungsvorgang die Einteilung in quadratische Betonierabschnitte. Die Größe sollte zwischen 4 und 8 Metern liegen.

Für die Bauteildicke ist eine Mindestdicke einzuhalten, um einen einwandfreien Einbau des Betons und der Abdichtungen zu ermöglichen. Die Betondeckung muss mindestens 3 cm betragen.

Die bereits erwähnten höheren Spannungen aufgrund Hydratation erfordern einen höheren Bewehrungsgehalt – sofern dieser Zustand maßgebend ist. Wichtig ist, dass die Bewehrung gleichmäßig verteilt ist (besser mehrere kleinere Querschnitte als wenige große). Man will dadurch Risse verhindern oder – da das meistens nicht vollständig zu gewährleisten ist – ihre Breite so klein wie möglich halten. In Fugenbereichen sollte der Bewehrungsgehalt deutlich geringer sein, damit sich Risse in diesen Bereichen ausbilden können. Hier sollte nur die statisch erforderliche Bewehrung eingebaut werden.

Risse

Es gibt verschiedene Risstypen:

- Mikrorisse (Kleinstrisse innerhalb des Bauteils),

- Oberflächenrisse,
- Biegerisse und
- Trennrisse.

Sie entstehen jeweils durch unterschiedliche Beanspruchungen. Gefährlich für die geforderte Dichtheit des Bauteils sind Trennrisse, die es zu vermeiden gilt. Falls dies nicht gewährleistet ist, muss die Rissbreite begrenzt werden.

Unterhalb einer bestimmten Rissbreite heilt sich der Riss selbst. Die zulässige Rissbreite hängt vom Verhältnis zwischen Wasserdruck und Bauteildicke ab. Vereinfacht kann man sagen, je höher das Druckgefälle, desto kleiner muss der Riss sein.

Begrenzung der Rissbreiten

Für die Begrenzung der Rissbreiten gelten neben der DIN 1045-1 folgende Regelungen:

a) Der Begrenzung der Trennrissbreiten für den Entwurfsgrundsatz c) mit Wasserundurchlässigkeitsklasse WU1 sind die dem vereinbarten Wasserdurchtritt entsprechenden Grenzwerte zu Grunde zu legen. (Wenn von einer Selbstheilung der Trennrisse, d. h. von einem zeitlich begrenzten Wasserdurchtritt ausgegangen wird, sind die rechnerischen Trennrissbreiten nach Tabelle 3-2 zu begrenzen.)
b) Die Mindestbewehrung ist für die Wasserundurchlässigkeitsklasse WU1 bei den nachgewiesenen Zwangsschnittgrößen gemäß DIN 1045-1 vorsorglich für eine Begrenzung der Trennrissbreiten gemäß Tabelle 1.3 auszulegen.
c) Die rechnerischen Trennrissbreiten sind bei Wasserundurchlässigkeitsklasse WU2 beim Entwurfsgrundsatz c) auf w <= 0,20 mm zu begrenzen

Tabelle 3-2: Zulässige Rissbreite (Rechenwerte nach DIN 1045-1) in Abhängigkeit vom Druckgefälle, wenn Selbstheilung der Risse erreicht werden soll

	1	2
	Druckgefälle h_w/h_b	Zulässige Rissbreite in mm (Rechenwert)
1	<= 10	0,2
2	> 10 – 15	0,15
3	> 15 – 25	0,1
h_w = Druckhöhe des Wassers in m; h_b = Bauteildicke in m		

Fugen

Allgemein gesehen sind Fugen Schwachstellen und bedürfen einer sorgfältigen Bauausführung. Deswegen sind möglichst wenig einzuplanen. Sie lassen sich aber nicht ganz vermeiden.

Es gibt viele verschiedene Fugenarten, man kann prinzipiell 3 Gruppen unterscheiden. Die Arbeitsfugen stellen den häufigsten Fall dar. Sie sind die Nahtfläche zwischen zwei Betonierabschnitten bei vollständiger Kraftübertragung. Als zweites gibt es die Sollrissfugen. Sie werden dann angeordnet, wenn innerhalb eines Betonierabschnittes unkontrollierte Risse aufgrund der hohen Spannungen zu erwarten sind. Durch die Schwächung in der Fuge wird sich ein Riss genau dort einstellen. Als dritte Fugenart gibt es die Bewegungsfugen. Sie ermöglichen verschiedenste Bauteilbewegungen.

Wie in der Tabelle 3-3 zu entnehmen ist, stehen für eine Fuge verschiedene Materialien und Befestigungsprinzipien zur Auswahl. Diese richten sich nach der jeweiligen Beanspruchung. Die Fugeneinlagen müssen stets die Dichtheit der Fugen sicherstellen. Die Dichtwirkung von Fugenblechen (Bild 3-13) beruht auf der Haftung zwischen Stahl und Beton, die von Fugenbändern (Bild 3-14) aus PVC oder Kunstkautschuk auf der Verlängerung und Umlenkung des Wasserwegs durch querlaufende Rippen. Für Bewegungsfugen kommen nur dehnbare Materialien infrage, da Verformungen aufzunehmen sind. Für Sollriss- und Arbeitsfugen kann man auch Bleche einsetzen.

Tabelle 3-3: Fugenarten

Fugenart	Funktion, Aufgabe	Dichtungsmaterial
Bewegungsfuge	Ermöglicht unterschiedliche Bauteilbewegungen z. B.: - Setzungsunterschiede - Temperaturunterschiede	Dehnfugenband nach DIN 18541
Sollrissfuge	Ermöglicht in der Schwächung einen kontrollierten Riss	Fugenband nach DIN 18541 Fugenblech nach DIN 1623 Dichtungsrohr aus Kunststoff
Arbeitsfuge	Unterteilung in Betonierabschnitte	Fugenband bzw. Fugenblech, Injektionsschlauch, Quellband

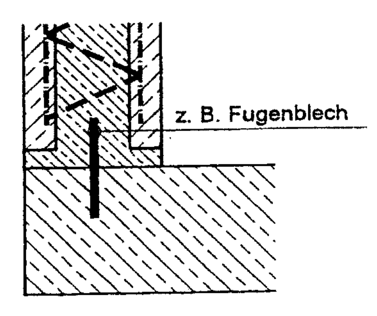



Bild 3-13: Fugenblech

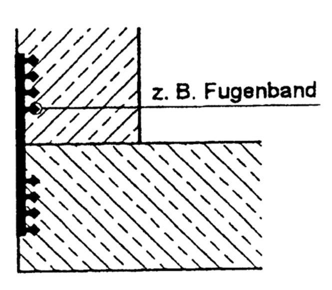


Bild 3-14: Fugenband

3.3.3 Bauausführung

Bei Ausführung auf der Baustelle sind einige Dinge besonders zu beachten. Es ist wichtig, dass Fugenbleche und -bänder fachgerecht eingebaut und die ganze Fuge vor dem Betonieren gründlich gereinigt werden.

Das Einbringen des Betons sollte zügig vonstatten gehen. Eigenschaften wie Konsistenz und Temperatur müssen kontrolliert und eingehalten werden. Gründliches Verdichten und späteres Nachverdichten verhindern Luftporen und schaffen ein dichtes Gefüge.

Nach dem Einbau muss der Beton gegen Wärmeverlust, Durchfrieren und Austrocknen geschützt werden. Die Nachbehandlung ist in DIN 1045 und der Nachbehandlungsrichtlinie geregelt.

3.4 Flachdecken in Stahlbetonbauweise

Bearbeitet von Markus Schiborr

3.4.1 Allgemeines

Flachdecken in Stahlbetonbauweise stellen in Hinblick auf das gewählte Deckensystem und die Wahl der Baustoffe eine Möglichkeit zur Ausführung von Geschossdecken dar. Die Verwendung von Stahlbeton zur Herstellung von Geschossdecken ist aufgrund seiner bauphysikalischen, statischen und dynamischen Beanspruchbarkeiten weit verbreitet. In der Betonbauweise werden die Herstellungsverfahren Ortbeton-, Fertigteil- und Mischbauweise unterschieden, die jedoch an dieser Stelle nicht genauer betrachtet werden sollen [3.6], [3.8], [3.9], [3.12], [3.18].

Deckensysteme

Die Konstruktion von Geschossdecken kann anhand ihres statischen Systems in „Balken", „Plattenbalken" und „Platte" unterteilt werden. (Bild 3-15): Balkendecken bestehen aus nebeneinander verlegten stabförmigen Bauteilen, die überwiegend auf Biegung beansprucht

werden. Über einen Fugenverguss werden benachbarte Elemente zur Lastabtragung mitgenutzt. (Bild 3-15): Plattenbalkendecken sind Tragwerke, bei denen Platten und Balken, kraftschlüssig miteinander verbunden, gemeinsam an der Lastabtragung beteiligt sind. Unterschiede in der Ausführung bestehen in den Abständen der einzelnen Balken, der Konstruktionshöhe und den Querschnittsanteilen von Balken und Platte.

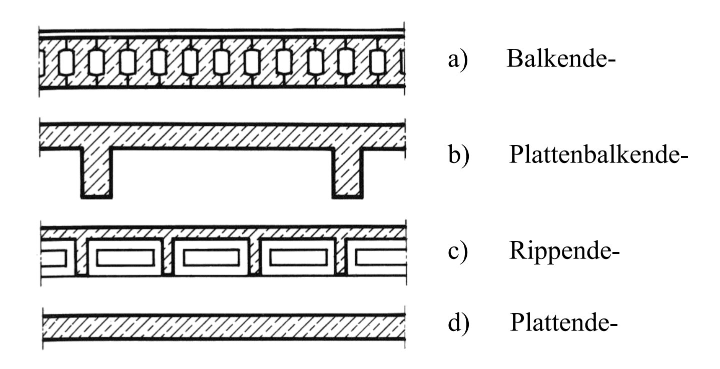


Bild 3-15: Deckensysteme

Die am häufigsten verbreitete Form von Geschossdecken ist die Plattendecke (Bild 3-15). Ein ebenes, überwiegend biegebeanspruchtes Tragwerk wird punkt- oder linienförmig durch Balken (Unterzüge), Scheiben oder Stützen gelagert (Bild 3-16). Unterschiedliche Ausführungsvarianten einer Plattendecke bestehen in Kombination mit der Anordnung und Ausbildung der Auflagerungen. So können bei Bestehen entsprechender Auflagerungen ein- oder zweiachsig gespannte Tragwerke ausgeführt werden, die zusätzlich mit ein- oder zweiachsiger Durchlaufwirkung hergestellt werden können (Bild 3-17). Die erforderliche untere Feldbewehrung und die obere Stützbewehrung können sowohl durch Betonstahlmatten als auch durch Betonstabstahl ausgeführt werden. Bei identischer Konstruktionshöhe und Spannweite stellen sich bei durchlaufenden Platten geringere Durchbiegungen als bei Einfeldplatten ein.

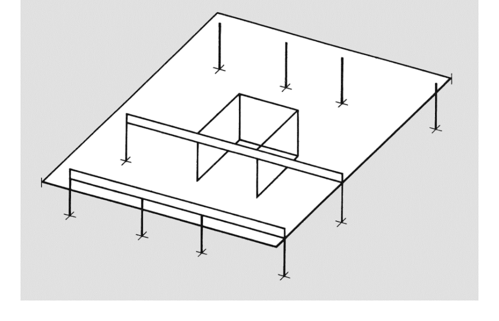


Bild 3-16: Deckenauflager

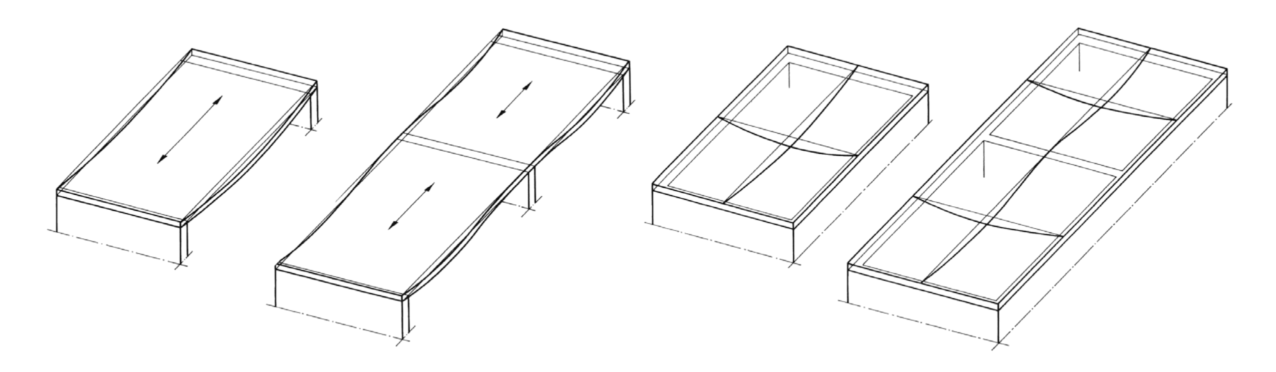


Bild 3-17: Deckentragwerke

Platten-Stützen-Systeme

Als Platten-Stützen-Systeme werden an dieser Stelle Konstruktionen bezeichnet, die aus Platten konstanter Dicke mit zweiachsig gespanntem Tragwerk und Stützen bestehen.

Die Stützen mit runden oder rechteckigen Querschnitten übernehmen die Abtragung der Lasten in die darunter liegende Geschossebene oder die Fundamente. Die Verbindung der Stützen mit den Platten kann gelenkig, teileingespannt oder vollständig eingespannt sein.

Die Anordnung der Stützen im Grundriss wird vielfach durch ein geordnetes, einheitliches und orthogonales Stützenraster bestimmt. Somit können bei wiederholten Ausführungen von Bauteilen industrialisierte Herstellungsverfahren wirtschaftlich angewendet werden. Die orthogonalen Achslinien dieses Stützenrasters werden in ihrer Eigenschaft als Verbindungslinien benachbarter Stützen auch als Stützlinien bezeichnet. Durch diese Stützlinien werden die einzelnen Deckenfelder untereinander abgegrenzt.

Um individuellen Nutzungszwecken gerecht zu werden, sind unregelmäßige Stützenraster ausführbar. Innerhalb einer Geschossebene kann ein übliches Rechteckraster durch polygonal berandete Deckenfelder ersetzt werden. Besonders bei einer Abweichung der Stützenanordnung in benachbarten Geschossebenen wird durch die Einleitung konzentrierter Einzellasten aus Stützen die Ausführung zusätzlicher Abfangkonstruktionen erforderlich.

Horizontale Lasten, die hauptsächlich über die Fassade eines Gebäudes in die Plattendecken eingeleitet werden, bewirken eine zusätzliche scheibenartige Lastabtragung der Platten. Die Platten dienen so zur Weiterleitung der Horizontallasten in aussteifende Konstruktionselemente, wie es vertikale Scheiben, Verbände und Kerne sind.

Ein Platten-Stützen-System kann über unterschiedliche Varianten zur Aussteifung, im Speziellen zur Abtragung von Horizontallasten, verfügen.

Ohne zusätzliche Bauteile in der Geschossebene kommt die Konstruktionsvariante aus, bei welcher die Stützen in den Decken eingespannt werden. Durch diese steife Verbindung zwi-

schen Stütze und Platte werden die Stützen zusätzlich auf Biegung beansprucht. Gegenüber schlanken Pendelstützen erfordert eine Biegebeanspruchung eine sichtbare Vergrößerung der Stützenquerschnitte.
Bei Anwendung von Pendelstützen kommen Verbände und Scheiben zur Aussteifung des Gebäudes zur Ausführung. Die vertikalen Lasten werden weiterhin überwiegend über die Stützen weitergeleitet, wobei die horizontalen Lasten durch die Wirkung der Verbände in ein zusätzliches vertikales Kräftepaar in den Stützen umgewandelt werden.
Die Zusammenfügung einzelner Wandscheiben zu einem Kern stellt die dritte Variante zur Aussteifung dar. Ein oder mehrere Kerne nehmen alle horizontalen Belastungen auf. Die vertikalen Lasten teilen sich im Verhältnis von Stützenraster und Kernquerschnitt auf die einzelnen Elemente auf.
Diese Platten-Stützen-Systeme sind allgemeine Grundlagen und Ausgangspunkt für eine weitere Darstellung von Flachdecken.

3.4.2 Flachdecken

Flachdecken sind punktförmig gestützte Stahlbetonplattendecken ohne Unterzüge und Stützenkopfverstärkungen (Bild 3-18).
In DIN 1045-1: 2001-07 [3.5] werden für Bauteilabmessungen dieses Platten-Stützen-Systems Mindestwerte angegeben, die in Tabelle 3-4 zusammengefasst sind.

Tabelle 3-4: Mindestbauteilabmessungen gemäß DIN 1045-1: 2001-07

Mindestdicke einer Vollplatte aus Ortbeton	
allgemein	70 mm
für Platten mit Querkraftbewehrung	160 mm
für Platten mit Durchstanzbewehrung	200 mm
geringste zulässige Seitenlänge eines Stützenquerschnitts	
Vollquerschnitt, vor Ort (senkrecht) betoniert	200 mm

Zur Berechnung und Bemessung von Flachdecken werden dem Tragwerksplaner vom deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) im Heft 240 zwei Näherungsverfahren zur Verfügung gestellt [3.10]. Die Ermittlung der Momente in Flachdecken kann entweder mit Hilfe von Ersatzrahmen oder –durchlaufträgern oder nach der Plattentheorie erfolgen. Neben den Nachweisen ausreichender Momententragfähigkeit und allgemeiner Querkrafttragfähigkeit einer Platte spielt der Nachweis gegen Durchstanzen eine besondere Rolle. Die radialsymmet-

rische Anordnung einer Durchstanzbewehrung, bestehend aus Schrägstäben oder Dübelleisten, wird bei gebräuchlichen Decken- und Stützenabmessungen sowie bei üblichen Nutzlasten zur Nachweisführung erforderlich. Eine ausführliche Darstellung des Bemessungsmodells und der zugehörigen Tragsicherheitsnachweise liefert DIN 1045-1: 2001-07. Ebenso sind in dieser Norm die konstruktiven Anforderungen an die Stabdurchmesser und –abstände, die Mindestbewehrung, sowie die Anordnung und Verankerung der Bewehrung enthalten.
Ist trotz Ausführung einer Durchstanzbewehrung der Tragsicherheitsnachweis nicht zu erbringen, können Stützenkopfverstärkungen angeordnet werden. Eine solche Geschossdecke wird als Pilzdecke bezeichnet (Bild 3-19). Die Stützenkopfverstärkungen können gevoutet oder rechteckig ausgeführt werden, wobei die rechteckige Ausführung die baupraktisch einfachere Lösungsmöglichkeit darstellt.

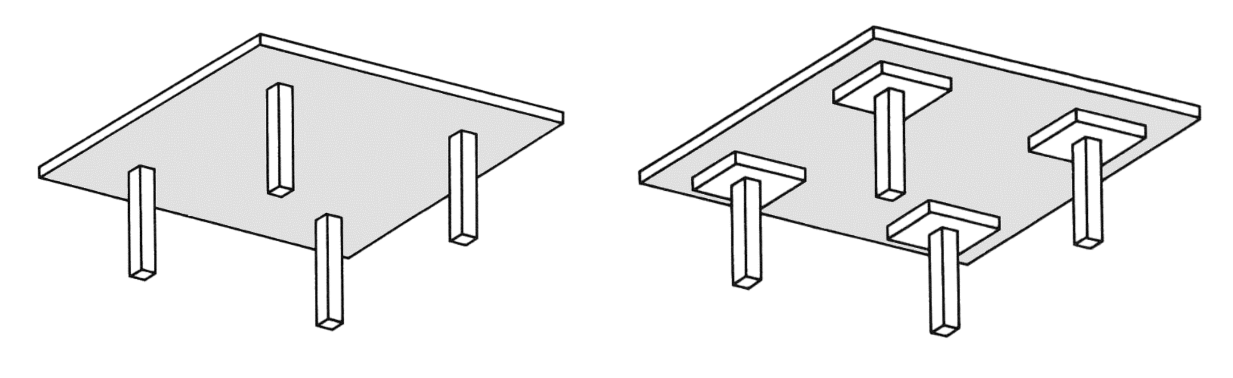


Bild 3-18: Flachdecke Bild 3-19: Pilzdecke

Eine Unterscheidung zwischen gelenkigem und eingespanntem Stützenanschluss schlägt sich meist nicht äußerlich sichtbar an den Konstruktionen von Stützenfuß und Stützenkopf nieder, sondern macht sich durch Anordnung und Dichte der Anschlussbewehrung zwischen Stütze und Decke bei der Planung und Herstellung bemerkbar.
Flachdecken ermöglichen eine gleichmäßige Lichtraumhöhe innerhalb einer Geschossebene, deren Vorzüge bei der Installation von horizontalen haustechnischen Anlagen sowie dem nachträglichen Ausbau mit leichten Trennwänden deutlich werden.
Die Dicke einer Flachdecke hängt von den Nutzlasten, den Stützweiten und den Stützenquerschnitten ab. Die Stützenquerschnitte haben erheblichen Einfluss beim Nachweis der Sicherheit gegen Durchstanzen. Im Nachweis des Grenzzustandes der Gebrauchstauglichkeit gehen jedoch die Stützweiten maßgeblich ein. Überschreitet der Durchhang einer Platte unter der quasi-ständigen Einwirkungskombination 1/250 der Stützweite nicht, darf laut den Anwendungsregeln der DIN 1045-1: 2001-07 angenommen werden, dass die Gebrauchstauglichkeit nicht beeinträchtigt wird. Um Schäden an angrenzenden Bauteilen (z.B. an leichten Trennwänden) abzuwenden, darf eine Begrenzung des Durchhangs auf 1/500 der Stützweite vorge-

geben werden. Ebenfalls besteht die Möglichkeit zur Begrenzung des Durchhangs, indem die Deckenplatte mit einer Überhöhung hergestellt wird. Laut DIN 1045-1: 2001-07 sollte die Schalungsüberhöhung im Allgemeinen 1/250 der Stützweite nicht überschreiten. Die Durchbiegung der Decke wird somit zwar keinesfalls beeinflusst, jedoch kann der Durchhang erheblich vermindert werden. Die einfache Aufstellung horizontaler Deckenschalungen wird hierbei jedoch durch wesentlich umfangreichere Schalarbeiten eingebüßt.

Ab einer Deckenstützweite von etwa 7 m wird die Ausführung einer Flachdecke in Stahlbetonbauweise unwirtschaftlich. Um den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit durch die Beschränkung des Durchhangs zu erfüllen, werden größere Konstruktionshöhen der Decken statisch erforderlich. Somit steigt das Eigengewicht der Deckenkonstruktion, und das Verhältnis von ständigen zu veränderlichen Lasten wird ungünstig verschoben. Bei größeren Stützweiten kann außerdem zum Nachweis gegen Durchstanzen schwerlich Durchstanzbewehrung in ausreichender Anzahl angeordnet werden. Die Ausbildung von Stützenkopfverstärkungen wird unvermeidbar. Um trotzdem die vorteilhaften Eigenschaften einer Flachdecke bei größeren Stützweiten oder höheren Nutzlasten beibehalten zu können, wird auch im Hochbau von der Vorspannung Gebrauch gemacht.

3.4.3 Vorgespannte Flachdecken

Zur Anwendung der Vorspannung bei Flachdecken eignet sich besonders die „teilweise Vorspannung ohne Verbund“ [3.7].

Die Monolitzen (Einzelspannglieder) dienen einzeln oder in Bündeln bis zu vier Spanngliedern zur Übertragung der Vorspannkräfte in die Betondecke. Die Monolitzen bestehen aus sieben Spannstahllitzen, die durch einen PE-Mantel zusammengefasst werden. Ein Korrosionsschutzfett füllt den Mantel vollständig aus, sodass die Monolitzen bereits nach der werkmäßigen Fertigung in einem dauerhaft korrosionsgeschützten Zustand zum Einbauort transportiert werden. Außerdem garantiert das Korrosionsschutzfett eine axiale Verschiebbarkeit der Spannstahllitzen innerhalb des Mantels, wodurch die Vorspannwirkung ohne Verbund sichergestellt wird. Der Außendurchmesser der Monolitzen beträgt üblicherweise 19,5 mm. Das geringe Gewicht und die Flexibilität der Monolitzen führen zu einer einfachen Handhabbarkeit beim Verlegen auf der Baustelle, wohin sie aufgerollt geliefert werden.

Die Tragsicherheit für höchstbelastende Lastfallkombinationen wird von den Spanngliedern in Kombination mit einer herkömmlichen Betonstahlbewehrung gewährleistet. Die Größe der Vorspannung kann nach verschiedenen Kriterien ermittelt werden.

Für die Spanngliedführung gibt es verschiedene Möglichkeiten. Betrachtet man den Querschnitt der Geschossdecke, folgen die Spannglieder dem Verlauf der Feld- und Stützmomente. Diese Art der Spanngliedführung kann auch durch die „freie Spanngliedlage“ (Bild 3-20) ersetzt werden [3.19]. Dabei werden die Hoch- und Tiefpunkte fixiert, wobei in den übrigen Bereichen ein freier Durchhang die punktgenaue Unterstützung der Spannglieder erspart. Zusammen mit der Handhabbarkeit der Monolitzen ermöglicht dies erhebliche Zeitersparnis beim Verlegen der Spannglieder und somit verringerte Herstellkosten. Die vergleichsweise kleinen Durchmesser der Monolitzen sorgen für eine relativ große Höhendifferenz zwischen den Hoch- und Tiefpunkten im Spanngliedverlauf, wodurch größere Umlenkkräfte erzeugt werden können oder die Deckendicke verringert werden kann. Kleine zulässige Umlenkradien der Monolitzen mindern die Durchstanzbeanspruchung im Auflagerbereich der Stützen ab.

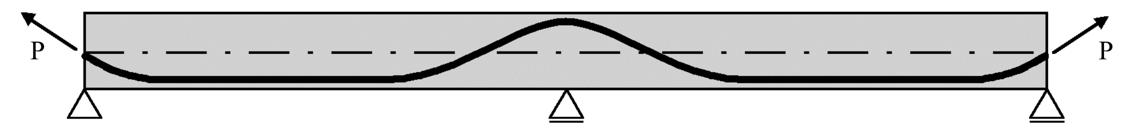


Bild 3-20: Freie Spanngliedlage

Im Grundriss der Geschossdecke stehen verschiedene Anordnungsmöglichkeiten der Spannglieder zur Verfügung. Unterschieden werden grundsätzlich Vorspannung nur der Stützstreifen und gemischte Vorspannung (Bild 3-21). Der Kombination beider Anordnungsmöglichkeiten sind grundsätzlich keine Einschränkungen auferlegt. Das Verhältnis der eingeprägten Vorspannkräfte in den Stütz- und Feldstreifen ist proportional zu der jeweils angeordneten Anzahl von Spanngliedern, da die aufnehmbaren Spannstahlspannungen aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten vollständig ausgenutzt werden sollten. Die Materialkosten für Spannstahl sind höher als diejenigen für Betonstahl.

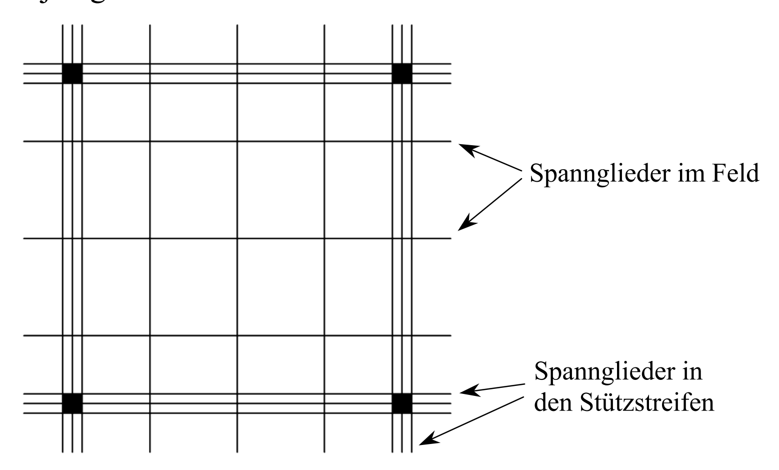


Bild 3-21: Anordnung der Spannglieder

Aussteifende Scheiben oder Kerne sollten kompakt und symmetrisch im Innenbereich des Grundrisses angeordnet werden, um die Wirkung der Vorspannung nicht ungünstig zu beeinflussen.

Im Vergleich zu einer konventionellen Flachdecke in Stahlbetonbauweise bietet eine vorgespannte Flachdecke einige Vorteile bzw. erweiterte Anwendungsmöglichkeiten. Bei identischer Deckendicke und identischen Nutzlasten ist eine Vergrößerung der Stützweiten umsetzbar. Bei vergleichbaren geometrischen Verhältnissen der Deckenkonstruktion können größere Nutzlasten abgetragen werden. Die Deckendicke kann bei nachgewiesener Gebrauchstauglichkeit verringert werden, für definierte Lastfälle kann eine rissfreie Deckenkonstruktion hergestellt werden. Ein früheres Erreichen der Tragfähigkeit nach einer Mindesterhärtungszeit und dem Vorspannen der Spannglieder führt zu einer Verkürzung der Ausschalfristen.

3.5 Literatur

[3.1] Albrecht, P.: Bauen an der Kö: Das Themenkaufhaus Sevens in Düsseldorf. Beton 85 (2000), H. 9, S. 504- 511

[3.2] Baldauf, H.; Timm, U.: Betonkonstruktionen im Tiefbau. Ernst und Sohn, Berlin-München-Düsseldorf 1988

[3.3] DAfStb-Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (Entwurf)

[3.4] DBV – Merkblatt: Wasserundurchlässige Baukörper aus Beton, Fassung Juni 1996, Deutscher Beton Verein E. V.

[3.5] DIN 1045-1: 2001-07. Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 1: Bemessung und Konstruktion. Berlin: Beuth-Verlag

[3.6] Dinkelacker, H.; Mayer-Vorfelder, H.J.; Müller, R.-A.: Vorspannung ohne Verbund bei auskragenden Flachdecken eines Verwaltungs-Neubaus. Beton- und Stahlbetonbau 85 (1990), H. 5, S. 132-136

[3.7] Eibl, J.; Iványi, G.; Buschmeyer, W.; Kobler, G.: Vorspannung ohne Verbund – Technik und Anwendung. In: Beton-Kalender 1995, Teil II, Berlin: Ernst & Sohn (1995), S. 739-803

[3.8] Friedrich, T.: Die Vorspannung im Hochbau. Schweizer Ingenieur und Architekt (1992), S. 821-825

[3.9] Göttlich, P.: Wirtschaftliche Einsatzmöglichkeiten vorgespannter Flachdecken. Deutsches Architekten Blatt (2000), H. 8, S. 1010-1014

[3.10] Grasser, E.; Thielen, G.: Hilfsmittel zur Berechnung der Schnittgrößen und Formänderungen von Stahlbetontragwerken. DAfStb Heft 240 (1991), Berlin: Beuth-Verlag

[3.11] Hümmeler, L.: Innerstädtische Baugruben in Deckelbauweise. Internet-Publikation http://www.iconeongrund.de/pdf/deckelbauweise.pdf, Iconeon GmbH

[3.12] Iványi, G.; Buschmeyer, W.; Müller, R.-A.: Entwurf von vorgespannten Flachdecken. Beton- und Stahlbetonbau 82 (1987), H. 4, S. 95-101; H. 5, S. 133-139

[3.13] Lohmeyer,G.: Weiße Wannen – einfach und sicher. 4. Auflage, Beton Verlag, Düsseldorf 1995

[3.14] Pause, H.: Umweltfreundliches Bauen in der Stadt. Beton 77 (1982), H. 7, S. 253- 257

[3.15] Petuelring, Münchener- Baustellen- Bericht

[3.16] Philipp Holzmann AG: Themenkaufhaus „Sevens“ in Düsseldorf. Internet-Publikation http://www.philipp-holzmann.de/deutsche/publikationen/pdfs/01/SEVENS.pdf, Düsseldorf GbR; Phillip Holzmann AG

[3.17] Smoltczyk, U. (Hrsg.): Grundbau-Taschenbuch. 5. Auflage, Band 3, Ernst und Sohn, Berlin-München-Düsseldorf 1996

[3.18] Schütt, K.: Spannbeton-Flachdecken, Die Technik der teilweisen Vorspannung. deutsche bauzeitung (1990), H. 4, S. 103-110

[3.19] Wicke, M.; Maier, K.: Die freie Spanngliedlage. Bauingenieur 73 (1998), H. 4, S. 162-168

4 Logistik / Innenausbau

4.1 Logistik im Ausbau

Bearbeitet von Marcus Fiegler

4.1.1 Definition der Logistik

Die heutzutage immer höheren Anforderungen an Bauunternehmen bezüglich eines kostengünstigen, termingerechten und umweltbewussten Bauens fordern eine effiziente und optimierte Baustellenlogistik. In der Literatur lassen sich zahlreiche Definitionen zur Begrifflichkeit Logistik finden. Eine der gängigsten Fassungen und wohl auch umschreibensten Versionen ist die so genannte „r-Definition", die besagt, dass Logistik *„die Verfügbarkeit des richtigen Produktes, in der richtigen Zeit, in der richtigen Menge, in der richtigen Qualität, am richtigen Ort, zur richtigen Zeit und zu richtigen Kosten sicherzustellen"* [4.14] hat. Anhand dieser Definition kann man erkennen, dass bei der Planung eines Bauvorhabens viele Faktoren zu berücksichtigen sind und zahlreiche Funktionen aufeinander abgestimmt sein müssen.

4.1.2 Logistik im Wandel der Zeit

Logistik hat eine sehr lange Geschichte und wurde prinzipiell schon immer betrieben; allerdings unter einem gänzlich anderen Namen. Früher wurde der Ausdruck Logistik von niemandem verwendet, doch Begrifflichkeiten wie Handel, Schifffahrt, Spedition, Getreidesilos, Stapelplätze oder Lagerhäuser lassen schon die ersten Züge von Logistik erkennen. Im Bereich der Wirtschaft wird der Begriff der Logistik in den USA seit etwa 1950 und in Deutschland seit etwa 1970 angewendet. Er hat seitdem eine schnell wachsende, aber vor allem auch eine stark wandelnde Bedeutung gefunden.

Im Gegensatz zu früher, wo sich Unternehmen ausschließlich auf lokalen bzw. regionalen Märkten bewegt haben und somit nur einer beschränkten Konkurrenz gegenüber standen, sind die Märkte von heute im Zuge der Globalisierung viel großräumiger geworden, was zur Folge hat, dass die Unternehmen einem weltweiten Wettbewerb ausgesetzt sind. Hat der Zeitfaktor früher eher eine untergeordnete Rolle gespielt, gewinnt die Zeit heute immer mehr an Bedeutung. Kundenwünsche müssen schnell und flexibel unter Gewährleistung höchster Termintreue realisiert werden. Hinzu kommt, dass man sich heute mehr und mehr darauf konzentriert, nicht etwa Lösungen für eine Einzelleistung zu suchen, sondern Systemlösungen für eine gesamte Auftragsbearbeitung zu entwickeln. Eine weitere entscheidende Veränderung

beinhaltet die Informationsverarbeitung. Heutzutage sind Informationen durch Kommunikationsnetzwerke wie dem weltweiten Internet oder einem firmeninternen Intranet vernetzt. Das hat den enormen Vorteil, dass Informationen 24 Stunden am Tag und 7 Tage in der Woche zur Verfügung stehen. Verbarg sich hinter der Logistik früher eine reine Transportleistung, so hat sie sich heute zu einer umfassenden Dienstleistung gewandelt. Besonders gut kann man diesen Wandel daran erkennen, dass immer mehr Unternehmen ein so genanntes „Outsourcing“ betreiben. Hierbei übergeben Unternehmen Aufgaben und Funktionen an Logistik–Dienstleister, um sich auf ihr eigentliches Kerngeschäft zu konzentrieren. In der nachfolgenden Gegenüberstellung sind die veränderten Anforderungen an die Logistik nochmals, zusammenfassend aufgelistet.

Früher	Heute
• Lokale/regionale Märkte • Zeitfaktor weniger wichtig • Informationsverarbeitung nicht vernetzt • Einzelleistung – orientiert • Reine Transportleistung	• Globale Märkte • Zeitfaktor sehr wichtig („Just-in-time“) • Informationsverarbeitung vernetzt • System – orientiert • Umfassende Dienstleistung

Um all diesen Veränderungen gerecht zu werden, ist es sehr wichtig, die Logistik nicht nur als passives, kostensparendes, sondern vielmehr als aktives, gewinnbringendes Element zu betrachten. Weiterhin sollte die Funktion der Logistik als interdisziplinäres Instrument berücksichtigt werden, da eine ausschließlich technische oder eine rein wirtschaftliche Sichtweise viele Handlungsmöglichkeiten verbauen würde.

4.1.3 Logistik in der Betriebswirtschaft und im Bauwesen

In der Literatur werden folgende vier klassische Arten der Logistik unterschieden:

- Beschaffungslogistik,
- Produktionslogistik,
- Distributionslogistik und
- Entsorgungslogistik.

Im Bereich der *Beschaffungslogistik* befasst man sich mit dem Zulauf der Waren bzw. Rohstoffe von den Lieferanten bis zu den Betrieben. Bei der *Produktionslogistik* werden die Pro-

duktionsprozesse mit den benötigten Einsatzgütern behandelt und die Durchlaufzeiten innerhalb der Produktion der einzelnen Teile bis zum Endprodukt optimiert. In der *Distributionslogistik* wird die Verteilung der Endprodukte von den Betrieben an die Empfänger vorgenommen und gesteuert. Abschließend werden dann in der *Entsorgungslogistik* Prozesse, wie der Abtransport oder die Aufbereitung von Produktionsrückständen und Verpackungsmaterial, optimiert.

Die vier erwähnten aus der Betriebswirtschaft bekannten Bereiche der Logistik lassen sich anhand des nachfolgenden Modells (Bild 4-1) auf den Bereich des Bauwesens übertragen.

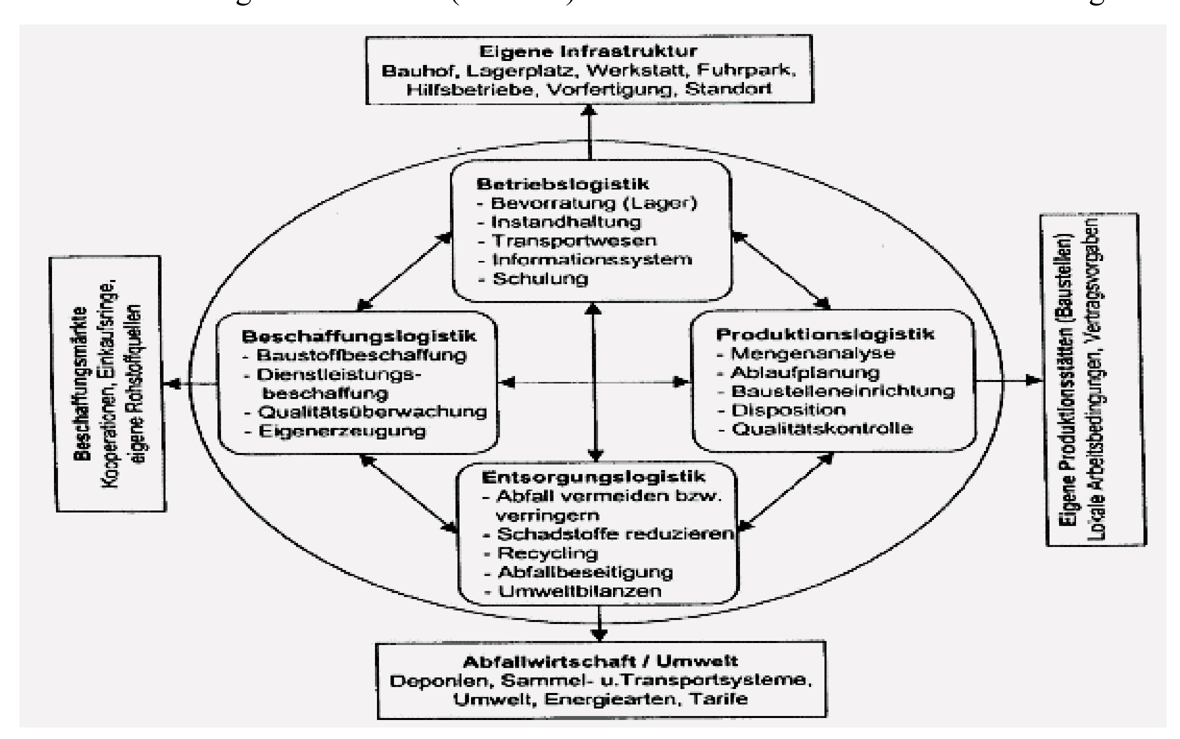


Bild 4-1: Die klassischen Logistikbereiche in der Bauunternehmung nach [4.18]

Die Verknüpfungen der verschiedenen Logistikbereiche deuten darauf hin, dass die Bereiche aufeinander abgestimmt sein müssen. So ist zum Beispiel bei einer Baustelleneinrichtung im innerstädtischen Bereich, wo die Lagerplatzmöglichkeiten sehr beschränkt sind, schon bei der Baustoffbeschaffung diese Problematik durch eine „Just-in-time“ Anlieferung zu berücksichtigen. Bei der Betrachtung des Modells fallen vor allem zwei Punkte auf. Zum einen enthält das Modell einen zusätzlichen Bereich, der *Betriebslogistik* genannt wird. Unter *Betriebslogistik* ist hier die Koordination und Verwaltung betriebseigener Bauhöfe, Werkstätten und Lagerplätzen zu verstehen.

Zum anderen fehlt der Bereich der *Distributionslogistik*, da es sich bei Verträgen im Bauwesen meist um Werkverträge handelt, und kein üblicher Vertrieb der Produkte stattfindet, wie es in der Betriebswirtschaft der Fall ist. Da es sich bei der Produktionslogistik im Bauwesen beim Produktionsort nicht etwa um eine feststehende Fabrik handelt, sondern vielmehr um

den Standort einer Baustelle, ist die Produktionslogistik treffender als *Baustellenlogistik* zu bezeichnen. Die Bereiche der *Beschaffungslogistik* und der *Entsorgungslogistik* lassen sich nahezu direkt aus der Betriebswirtschaft übernehmen.

4.1.4 Bedeutung des Ausbaus in der Logistikkette

Da zahlreiche Bauherren den Wunsch verfolgen, möglichst nur einen Vertragspartner zu haben, kommt es im Bauwesen immer häufiger zu einer schlüsselfertigen Vergabe. Unter einer schlüsselfertigen Gebäudeerstellung versteht man die Abwicklung eines Bauvorhabens bis zur kompletten Fertigstellung des Bauwerks durch ein einzelnes direkt verantwortliches Unternehmen, dem so genannten Generalunternehmen. Es ist aber kaum möglich, (abgesehen von Einzelfällen) dass ein Unternehmen alleine ein komplettes Bauwerk mit dem entsprechenden Ausbau erstellen kann. Es kommt dann zur Vergabe der Ausbauarbeiten an Nachunternehmer, was zur Folge hat, dass sich zahlreiche, logistische Abhängigkeiten ergeben. Um diese zu verstehen, ist zunächst eine Begriffserklärung und Gliederung des Ausbaus erforderlich. Ausbau bedeutet im Bauwesen die Fertigstellung des Gebäudes nach dem Rohbau. Der Ausbau umfasst die Produktionsleistungen und die Konstruktionsteile, die den Rohbau eines Gebäudes zum vollständigen Bauwerk werden lassen. Der Prozess des Ausbaus kann in zwei Teilprozesse gegliedert werden:

- Innenausbau und
- Außenausbau.

Putz- und Estricharbeiten, Tischler- und Malerarbeiten sowie Trockenausbau und Sanitärarbeiten zählen zu den klassischen Innenausbaugewerken und Gewerke, wie Dachdeckung, Fassadenarbeiten und Fenstereinbau, gehören zu den klassischen Außenausbaugewerken. Im Rahmen dieser Ausarbeitung wurde der Innenausbau näher betrachtet. Der Innenausbau ist im großen Geflecht der Gebäudeerstellung nur ein Teilprozess, der seinen Teil zur Fertigstellung des Gebäudes beiträgt und von dem die Gesamtqualität und Funktionstüchtigkeit des Gebäudes in starkem Maße abhängt. Er hat folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Raumbegrenzende Funktion durch Trennwandherstellung,
- Ästhetische Gestaltung des Gebäudeinneren,
- Schall-, Wärme- und Brandschutz und
- Angenehmes Arbeitsklima durch optimale Belichtung und Belüftung.

4.1.5 Logistik im Ausbau am Beispiel der Putzarbeiten

Um einen fristgerechten Start der Putzarbeiten zu gewährleisten, sind seitens der Projekt- und Bauleitung Mindestzeiträume für folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Ausschreibung,
- Vergabe,
- Lieferzeiten und
- Arbeitsvorbereitung.

Nach Fertigstellung und Versendung der Ausschreibungsunterlagen, die einen entsprechenden Planungsvorlauf bedingen, benötigen die Anbieter mindestens zwei Wochen, um ein Angebot einzureichen. Anschließend müssen die eingegangenen Angebote geprüft und die Arbeiten vergeben werden. Hierfür sollte nach § 19 VOB/A ein Zeitraum von maximal 30 Kalendertagen angesetzt werden. Lieferzeiten spielen für Putzarbeiten eine eher untergeordnete Rolle, da erhöhte Lieferzeiten hier seltener sind, als bei Baustoffen wie Fliesen oder Fensterbänken. Die Arbeitsvorbereitung besteht im Wesentlichen aus der Einsatzplanung der Kolonnen; hierfür sollte zwischen Beauftragung und Beginn der Arbeiten nach §5 VOB/B ein Mindestzeitraum von ca. zwei Wochen eingehalten werden. Bevor aber mit den eigentlichen Putzarbeiten begonnen werden kann, müssen einige Voraussetzungen beachtet werden:

- Rohbau muss regendicht verschlossen sein.
- Installationsleitungen müssen komplett verlegt und abgenommen sein.
- Wand- und Deckendurchbrüche sowie Schlitze müssen geschlossen sein.
- Steckdosen müssen mit Putzdeckeln geschützt sein.
- Fenster und Zargen müssen, um Beiputzarbeiten zu vermeiden, bereits eingesetzt sein.
- Schutz dieser Einbauteile durch Abdeckfolien.
- Putzuntergrund muss geprüft und ggf. behandelt sein.

Zusätzlich ist zu beachten, dass bestimmte Abstände zu anderen beteiligten Gewerken einzuhalten sind. So ist zum Beispiel bei der Ausführung von Nassputzarbeiten für benachbarte Gewerke ein *räumlicher Abstand*, von mindestens 2 Tagesleistungen aufgrund der herrschenden Arbeitsbedingungen bei den Putzarbeiten einzuhalten und für nachfolgende Gewerke, wie Fliesen- oder Anstricharbeiten, ein ausreichender *zeitlicher Abstand*, da ein Weiterarbeiten bei diesen Gewerken erst möglich ist, wenn eine ausreichende Festigkeit des Putzes erreicht ist.

4.1.6 Resümee

Bezüglich der Logistik ist eine Vielzahl an Faktoren sowohl bei der Planung, als auch bei der Durchführung zu berücksichtigen (beispielsweise klassisches Innenausbaugewerk) sind. Es ist außerdem erkennbar geworden, dass niemals ein Ausbaugewerk für sich selbst zu betrachten ist, sondern immer eine ganzheitliche Betrachtung des Ausbauprozesses vorzunehmen ist.

4.2 Vorgabewerte im Innenausbau

Bearbeitet von Birgit Krüper

4.2.1 Arbeitsvorbereitung

In der Literatur werden drei Arten von zeitlichen Abläufen unterschieden [4.5]:

- Terminbestimmende Arbeitsabläufe oder Leittätigkeiten
  (Verzögert sich ein solcher Ablauf, wirkt sich das direkt auf die Gesamtbauzeit aus.)
- Nicht terminbestimmende abhängige Arbeitsabläufe
  (Diese hängen zwar in ihrem zeitlichen Ablauf von den erstgenannten Leittätigkeiten ab, haben aber keinen Einfluss auf die Gesamtbauzeit.)
- Nicht terminbestimmende unabhängige Arbeitsabläufe
  (Sie sind weit gehend losgelöst von vorhergehenden oder nachfolgenden Arbeitsabläufen und haben keinen Einfluss auf die Gesamtbauzeit.)

Ziel der Bauablaufplanung als Teil der Arbeitsvorbereitung ist die Festlegung des zeitlichen Ablaufes der Bauausführung. Hierbei müssen die Reihenfolge und die Abhängigkeiten der einzelnen Vorgänge (Tätigkeiten) berücksichtigt werden. Durch optimale Ausnutzung der vorhandenen Kapazitäten über die gesamte Bauzeit kann eine Minimierung der Herstellkosten und somit eine maximale Wirtschaftlichkeit erreicht werden [4.4].

Kosten, Kapazitäten und Bauzeiten stehen in einem Zusammenhang mit einem optimalen Bereich, wie man anhand von Bild 4-2 erkennen kann. Deshalb ist nicht nur die Kenntnis über die Reihenfolge der einzelnen Arbeitsabläufe bei der Planung wichtig, sondern auch die Kenntnis der Vorgangsdauern. Ohne die Kenntnis der Vorgangsdauern kann kein genauer Angebotspreis ermittelt und können die Kapazitäten in einem Unternehmen nicht geplant werden. Ein zu hoher Kapazitäteneinsatz würde zu erhöhten Kosten und unwirtschaftlichem Arbeiten, ein zu geringer Kapazitäteneinsatz zu erhöhten Kosten und einer Verlängerung der Bauzeit führen [4.5].

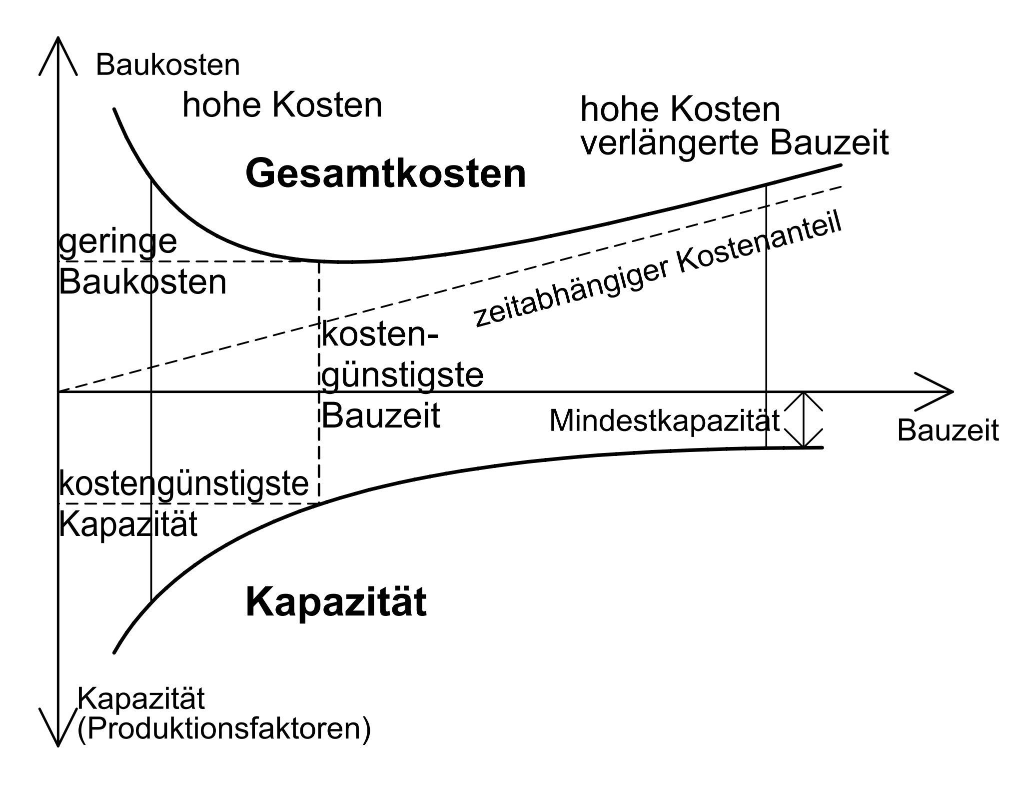


Bild 4-2: Zusammenhang zwischen eingesetzten Kapazitäten, Bauzeit und Baukosten [4.7]

4.2.2 Begriffsdefinition Vorgabewerte

Vorgabewerte sind Werte über den Zeitaufwand für jede einzelne Bauleistung, die zur Planung der Bauzeit herangezogen werden. Mit anderen Worten: wie lange benötigt ein Arbeiter, um eine bestimmte Tätigkeit auszuführen?

Diese Werte werden entweder durch Leistungs- oder Aufwandswerte ausgedrückt:

Leistung = **Arbeit pro Zeiteinheit**

Leistungswert = **hergestellte Menge pro Zeiteinheit**

Der Leistungswert wird zumeist für maschinelle Tätigkeiten verwendet. Ein Beispiel hierfür ist das Herstellen von Beton ausgedrückt in Kubikmeter pro Stunde.

Für manuelle Arbeiten werden Aufwandswerte verwendet:

Aufwandswert = **Arbeitszeit pro Mengeneinheit**.

Ein Beispiel hierfür ist das Einbauen und Verdichten von Beton, ausgedrückt durch Stunden pro Kubikmeter [4.5].

4.2.3 Ermittlung von Vorgabewerten

Es gibt verschiedene Möglichkeiten zur Ermittlung von Leistungs- und Vorgabewerten. In dieser Ausarbeitung werden exemplarisch drei Möglichkeiten vorgestellt:

- Tabellenwerke,
- Nachkalkulation,

- REFA-Arbeitsstudium.

4.2.4 Tabellenwerke

Es gibt eine Vielzahl von Tabellenwerken, aus denen Vorgabewerte abgeleitet werden können, wie z. B. ARH-Tabellen und das Handbuch Arbeitsorganisation Bau.
Die Abkürzung ARH steht für Arbeitszeit-Richtwerttabellen für den Hochbau. In der Vergangenheit wurden maßgebende Vorgangsdauern untersucht und in Tabellen festgehalten.
Das Handbuch Arbeitsorganisation Bau hat die ARH-Tabellen zur Grundlage. Zum einen werden hier Richtwerte aus den ARH-Tabellen vorgestellt und zusätzlich weitere Tabellen nach ARH-Vorbild zum Ausfüllen durch den Planer abgedruckt, nach denen mithilfe der Richtwerte betriebseigene Vorgabewerte abgeleitet werden können. Es wird zwischen Vorgabewerten und Richtwerten unterschieden. Die Unterscheidung der Werte ist notwendig, um den Anforderungen und Bedürfnissen sowohl des Unternehmens als auch des Bauwerks gerecht zu werden. Deshalb ist zu überprüfen, ob die den ARH-Richtzeiten zu Grunde liegenden Arbeitsabläufen mit den betriebseigenen Arbeitsabläufen übereinstimmen. In diesem Fall dürfen die ARH-Werte übernommen werden.

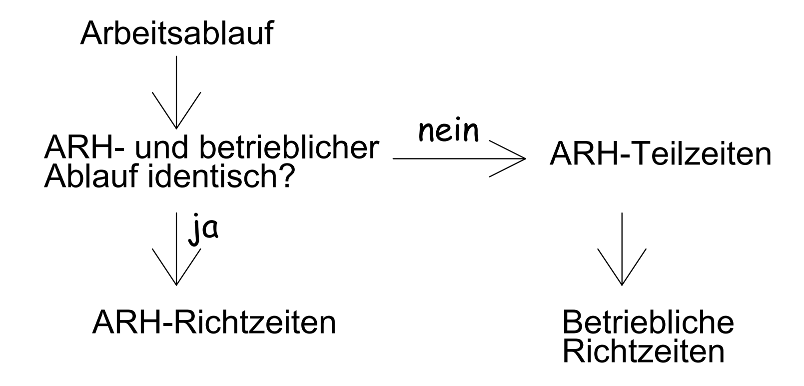


Bild 4-3: Ableiten von Richtzeiten [4.10]

Viele Tabellenwerke gelten nur für den Rohbaubereich bzw. andere den Ausbaubereich nicht betreffende Arbeitsbereiche mit Ausnahme von Putz- und Estricharbeiten. Für den Ausbaubereich müssen daher andere Quellen herangezogen werden.

4.2.5 Nachkalkulation

Bei der Nachkalkulation werden einzelne Kostenarten nach BAS-Positionen (BAS = Bauarbeitsschlüssel) mithilfe eines Berichtswesens (z. B. Bautagebuch) erfasst und auf die erbrachte Bauleistung bezogen. Hierdurch können

- Ansätze der Vorkalkulation auf ihre Richtigkeit überprüft,

- neue Kalkulationsansätze, wie z. B. Aufwands- und Leistungswerte ermittelt und
- Verlustquellen lokalisiert werden.

Mit Ausnahme von Putzarbeiten sind jedoch in dem vorher genannten Bauarbeitsschlüssel keine Ausbauarbeiten vorgesehen. Die zu ermittelnden Aufwands und Leistungswerte aus einer Nachkalkulation sind nur so gut und genau, wie die vorhergehenden Arbeitsberichte in Form von Tages- und Wochenberichten geführt wurden. *„In den seltensten Fällen können aufgetretene vermeidbare Zeitanteile wie Wartezeiten und sonstige Verlustanteile festgehalten und in Abzug gebracht werden* [4.10].*“*

4.2.6 REFA-Arbeitsstudie

Das Arbeitsstudium ist ein methodisches Mittel zur Untersuchung von Arbeitsvorgängen, Arbeitsbedingungen, Arbeitszeiten und Arbeitskosten. Es erstreckt sich auf die Analyse der jeweiligen Gegebenheiten, eine kritische Durcharbeitung der Untersuchungsergebnisse und die Ausarbeitung von Vorschlägen für die Verbesserung der Arbeitsgestaltung.

Der Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung e. V., historisch kurz REFA genannt, hat sich mit der Arbeitsstudie beschäftigt und Richtlinien für ein Arbeitsstudium entwickelt.Zu einer REFA-Arbeitsstudie gehören unter anderem folgende Einzelstudien:

- Ablaufstudie,
- Zeitstudie,
- Anforderungs- und Belastungsstudie,
- Mängelstudie.

Zu einer Ablaufstudie gehört zunächst eine eindeutige und detaillierte Beschreibung des Arbeitsplatzes, der zu untersuchenden Tätigkeiten und der Arbeiter, die die Tätigkeiten ausführen. Anschließend wird der Arbeitsablauf in einzelne Ablaufabschnitte zerlegt.

Die Zeitstudie ist neben der Ablaufstudie der zweite Schwerpunkt des Arbeitsstudiums. Hier wird die Arbeitszeit in Teil-Arbeitszeiten zerlegt. Des Weiteren wird nach Ist-Zeiten und nach Soll-Zeiten unterschieden. Die Ist-Zeiten geben den tatsächlichen Zeitaufwand für den jeweiligen Arbeitsablauf einer Teilarbeit wieder. Die Soll-Zeiten geben den Zeitbedarf eines als störungsfrei angenommenen Arbeitsablaufes einer Teilarbeit wieder, wobei Zeitverluste nicht berücksichtigt werden. Aus einer ausreichend großen Zahl von Ist-Zeitaufnahmen wird dann die Soll-Zeit unter den Arbeitsbedingungen, wie sie bei der Aufnahme herrschten, ermittelt. Hierzu wird der Mittelwert der Einzelzeitaufnahmen gebildet. Bei stark schwankenden Einzelzeiten muss gegebenenfalls die Zeitaufnahme wiederholt werden.

Während der Beobachtungen zur Ablauf- und Zeitstudie können zusätzliche Informationen bezüglich des Schwierigkeitsgrades der Arbeiten und den zur Erfüllung erforderlichen Fähigkeiten gewonnen werden. Das Ergebnis einer solchen Studie ist der Leistungsgrad [4.6].
„Auch beim gleichen Arbeitsverfahren und unter gleichen Arbeitsbedingungen streut die Arbeitszeit bei mehrfacher Ausführung einer Arbeitsaufgabe sowohl von Arbeiter zu Arbeiter als auch beim gleichen Arbeiter zu verschiedenen Zeiten.“ [4.19]
Die im Laufe der vorhergehenden Studien gewonnenen Erkenntnisse geben Aufschluss über verbesserungsfähige Arbeitsabläufe. Es ist zu prüfen, ob ein Mangel behoben werden sollte oder ob er aus wirtschaftlichen Gründen beibehalten werden kann.

4.2.7 Wirtschaftlichkeit der Zeitermittlung

In Bild 4-4 wird der Zusammenhang zwischen dem Aufwand für die Ermittlung einer Arbeitszeit und der Fehlergrenzen der Arbeitszeitwerte deutlich.
Mit Aufwand ist zum Beispiel eine vorstehend erwähnte aufwändige Arbeitsstudie gemeint. Je größer der Aufwand, umso geringer wird der Fehler, allerdings verbleibt auch bei größtem Aufwand immer noch ein Restfehler, der in diesem Diagramm durch die gestrichelte Linie dargestellt ist.

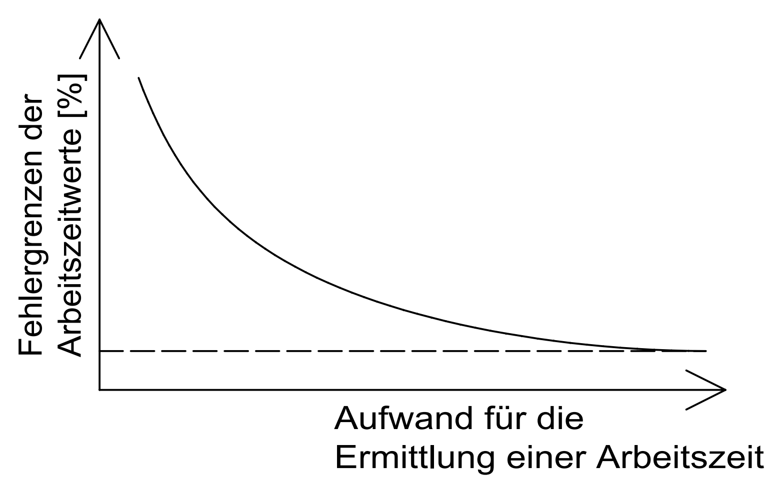


Bild 4-4: Fehlergrenzen [4.19]

Aber auch der bei der Erstellung von Tabellenwerken betriebene Aufwand darf nicht vergessen werden, auch wenn der „Endbenutzer“ solcher Tabellenwerke keinen großen Aufwand betreiben muss, um einen Wert aus einer Tabelle abzulesen.
Es ist also unumgänglich, dass der Planer sorgfältig abwägen muss, wie die Werte in der Planung zu verwenden sind.

4.2.8 Zusammenfassung

Bei der Planung der Arbeitsvorbereitung können in Bezug auf die Arbeitszeiten verschiedene Planungshilfen zurate gezogen werden. In dieser Arbeit wurden einige vorgestellt. Bei Verwendung vorhandener Tabellenwerke muss sich der Planer bewusst sein, dass die Werte nicht immer exakt übernommen werden können. Eigene Überlegungen und ein Abgleichen mit Werten aus der Praxis sind unumgänglich. Bei einem Arbeitsstudium sollte der Zusammenhang zwischen dem Aufwand für die Ermittlung einer Arbeitszeit und den Fehlergrenzen der ermittelten Arbeitszeitwerte beachtet werden, damit die Ermittlung von Vorgabewerten in einem wirtschaftlichen Rahmen bleibt.

4.3 Energie- und Wärmeschutz

Bearbeitet von Christian Duckheim

4.3.1 Die Historie des Wärmeschutzes

Der Einsatz von Energie zwingt uns in der heutigen Zeit, sowohl aus ökologischen, als auch aus ökonomischen Gründen, wesentlich sparsamer mit Energie umzugehen. Ungefähr ein Drittel des Energiebedarfs unseres Landes wird im Hochbau benötigt. Aus diesem Grund haben bauphysikalische Überlegungen in den letzten drei Jahrzehnten zunehmend an Bedeutung gewonnen.

Auf der Grundlage des Energieeinsparungsgesetzes, das unter dem Eindruck der großen Ölkrisen zu Beginn der 70er Jahre 1976 in Kraft gesetzt wurde, erließ die Bundesregierung ein Jahr später die „Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung)“. Diese wurde im Laufe der Jahre mehrmals überarbeitet. Die zuletzt gültige Fassung war vom 16. August 1994. Am 1. Februar 2002 ist nun die neue Energieeinsparverordnung in Kraft getreten. Die Regelungsansätze haben sich dabei von einem Mindestwärmeschutz mit dem Ziel hygienisch-gesundheitlicher Verhältnisse zu einer Energieeinsparung mit wesentlich komplexeren Anforderungen entwickelt. Diese werden seit Februar 2002 in der Energieeinsparverordnung (EnEV) geregelt. [4.11]

4.3.2 Die Ziele der EnEV

Energieeinsparung

Neben dem baulichen Wärmeschutz, das heißt der Aufrechterhaltung gewünschter Soll-Temperaturen, soll auch eine Absenkung des Energieverbrauchs in Gebäuden um 30% er-

reicht werden. Durch die neuen Vorschriften wird bei Neubauten der Niedrigenergiehaus-Standard zur Regel.

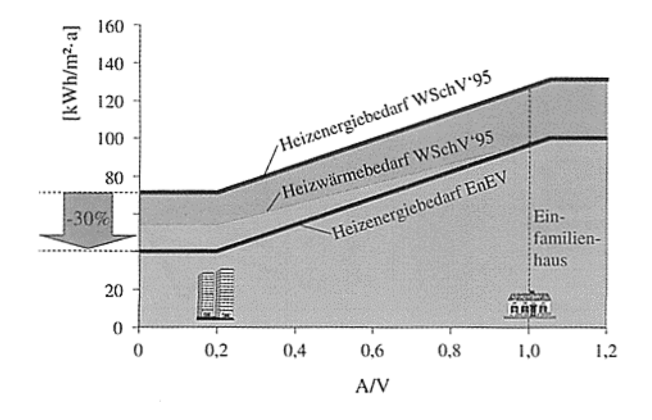


Bild 4-5: Vergleich zulässiger Bedarfswerte [4.17]

Reduktion der CO_2-Emissionen

Ein wesentliches Element des Klimaschutzes ist die Reduktion der CO_2-Emissionen. Die Maßgaben der EnEV dienen unter anderem der Einschränkung dieser CO_2-Emissionen, die nötig ist, um ein Gleichgewicht zwischen der Aufnahmefähigkeit der Erde und den CO_2-Emissionen der Erdbevölkerung herzustellen. Die Notwendigkeit einer solchen Reduzierung ist Bild 4-6 und Bild 4-7 zu entnehmen.

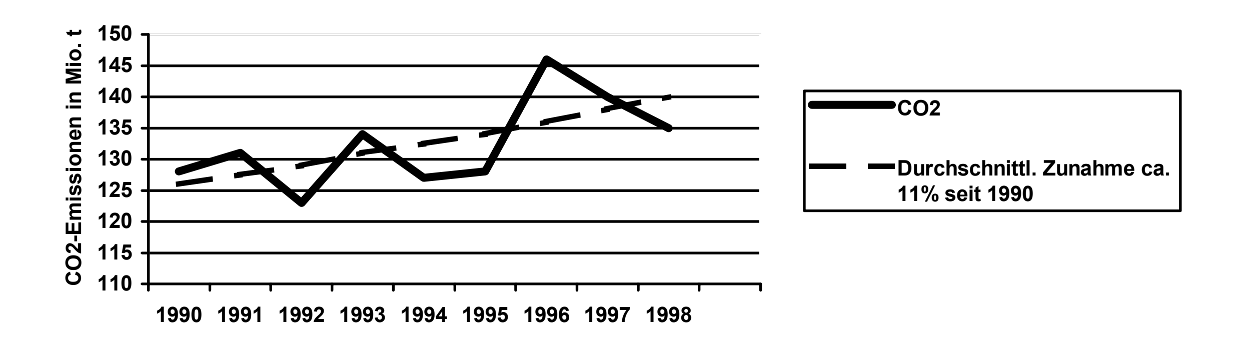


Bild 4-6: CO_2-Emissionen der Haushalte in Deutschland [4.17]

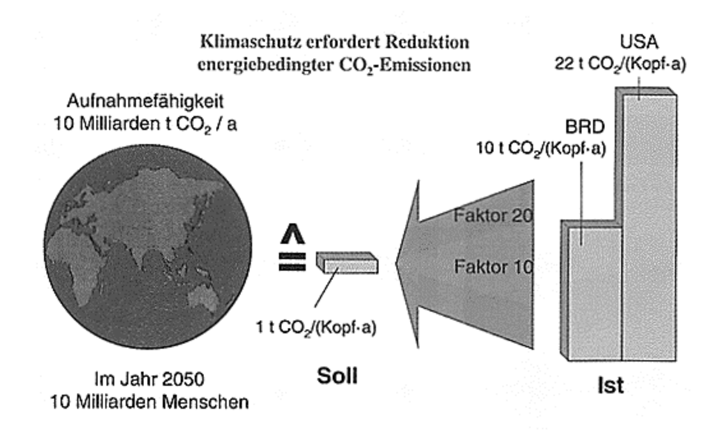


Bild 4-7: Reduktion der CO_2-Emissionen [4.17]

Einbeziehung der Anlagentechnik

Des Weiteren soll mit der neuen EnEV zu einer ganzheitlichen Betrachtung von Neubauten unter Einbeziehung der Anlagentechnik übergegangen werden. Durch eine effektive Kombination von Brennwert- und Solartechnik und bauseitigem Wärmeschutz soll so das Einsparziel flexibel und kostengünstig erreicht werden können.

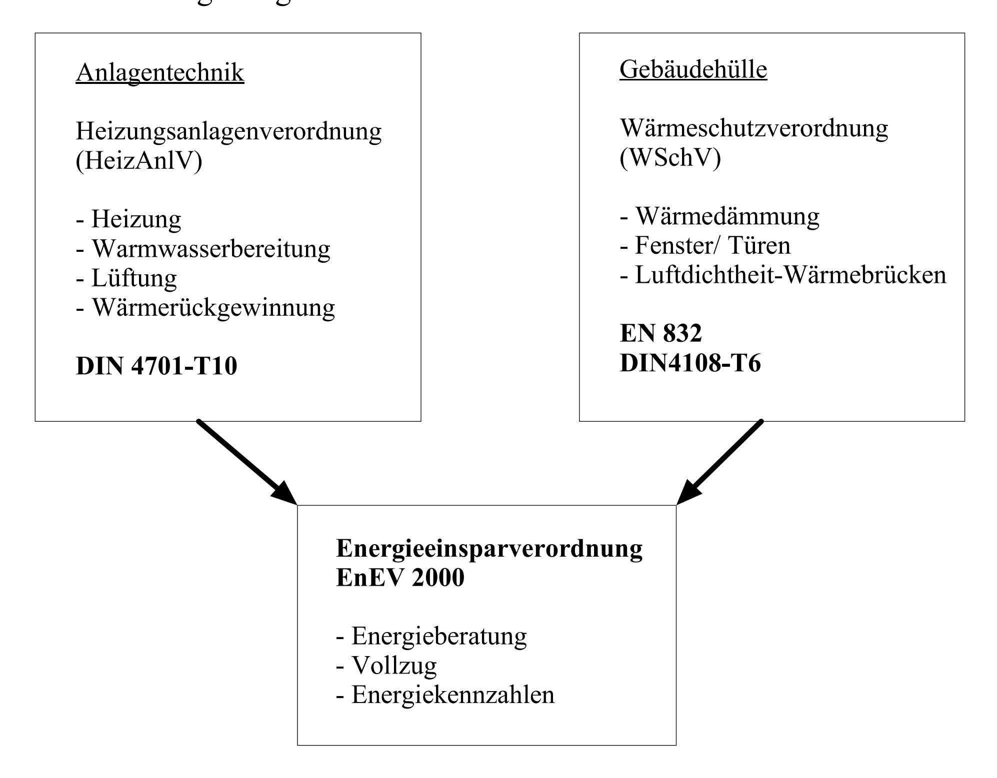


Bild 4-8: Heizungsanlagen- und Wärmeschutzverordnung [4.17]

Erneuerbare Energien

Der Einsatz erneuerbarer Energien zur Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung, die einen immer höheren Stellenwert gewinnen, soll erleichtert werden. Aus Bild 4-9 ist zu entnehmen, dass die Trendwende von fossilen zu erneuerbaren Energien ca. 2030 erfolgen wird.

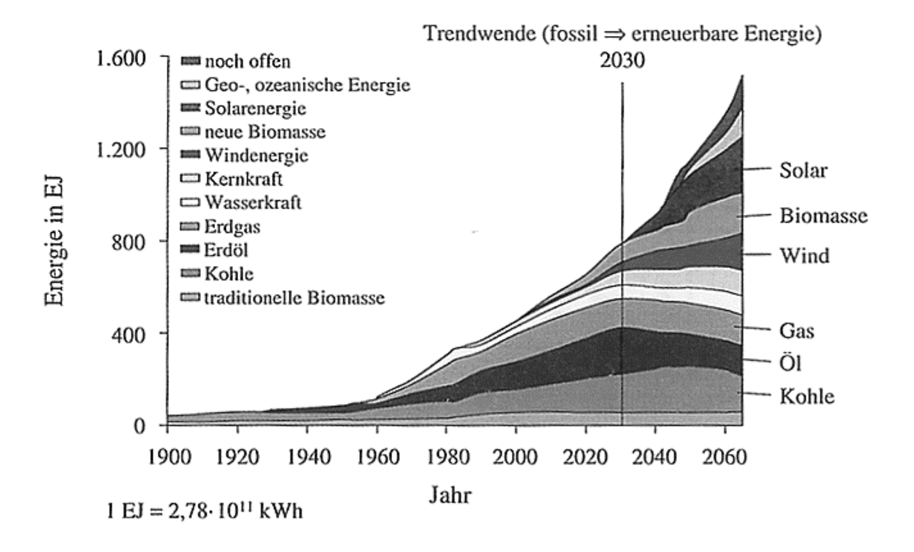
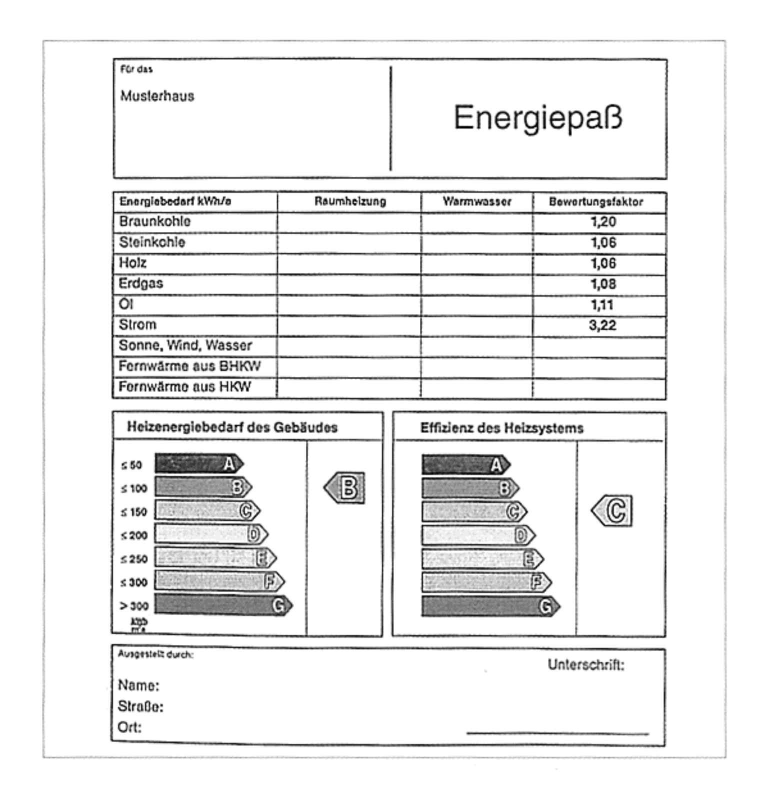


Bild 4-9: Erneuerbare Energien [4.17]

Energieausweis

Ein besonderer Vorteil für Bauherren und Nutzer ist die Erhöhung der Transparenz durch die Einführung von Energiekennzahlen und aussagefähigen Energieausweisen. Mit Bild 4-10 ist ein Entwurf eines solchen Energiepasses dargestellt. Er orientiert sich an den in der Elektroindustrie schon länger üblichen Energiepässen, die es den Verbrauchern sehr einfach machen, die Energieeffizienz verschiedener Elektrogeräte zu vergleichen.



Für das
Musterhaus

Energiepaß

Energiebedarf kWh/a	Raumheizung	Warmwasser	Bewertungsfaktor
Braunkohle			1,20
Steinkohle			1,06
Holz			1,06
Erdgas			1,08
Öl			1,11
Strom			3,22
Sonne, Wind, Wasser			
Fernwärme aus BHKW			
Fernwärme aus HKW			

Heizenergiebedarf des Gebäudes

≤ 50 A
≤ 100 B
≤ 150 C
≤ 200 D
≤ 250 E
≤ 300 F
> 300 G
kWh/m²a

B

Effizienz des Heizsystems

A
B
C
D
E
F
G

C

Ausgestellt durch:
Name:
Straße:
Ort:

Unterschrift:

Bild 4-10: Mögliches Titelblatt eines Energieausweises [4.17]

Gebäudebestand

Die EnEV trifft außerdem wesentliche Regelungen für den Gebäudebestand. Das sind vor allem verschärfte energetische Anforderungen bei baulichen und anlagentechnischen Änderungen und unmittelbar wirkende Verpflichtungen zur Nachrüstung von Gebäuden und Anlagen. So müssen Heizkessel, die vor 1978 eingebaut wurden, bis spätestens Ende 2006 außer Betrieb genommen werden, bestimmte andere Brenner bis Ende 2008.

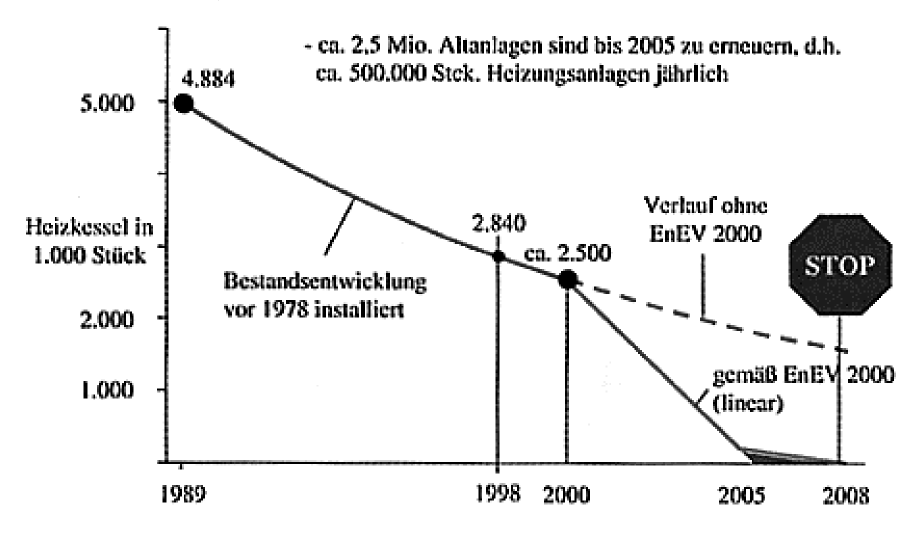


Bild 4-11: Bestandsentwicklung von Heizungsaltanlagen [4.17]

Gesetzliche Anpassung

Im Rahmen der Einführung der EnEV werden notwendige Angleichungen und Anpassungen an europäische Normen und Verordnungen vorgenommen. Diese Angleichungen und Anpassungen wären auch ohne eine neue Ablösung der WschVo 95 durch die EnEV notwendig gewesen und wurden sinnvollerweise nun in einem Arbeitsgang mitberücksichtigt.

4.3.3 Maßgaben der EnEV

Die Maßgaben, mit deren Hilfe die vorhin genannten Ziele zukünftig erreicht werden sollen, werden hier kurz aufgezählt.

- Neu ist, dass nicht nur Anforderungen an den spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlust, sondern auch an den Jahres-Primärenergiebedarf gestellt werden.
- Die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen muss dauerhaft luftundurchlässig abgedichtet sein. Zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung ist der erforderliche Mindestluftwechsel sicherzustellen.

- Außenbauteile sind so auszuführen, dass sie den Anforderungen des Mindestwärmeschutzes genügen.
- Der Einfluss konstruktiver Wärmebrücken auf den Jahres-Heizwärmebedarf muss so gering wie möglich gehalten werden. Verbleibende Einflüsse werden in der Berechnung berücksichtigt.
- Bei Änderungen an bestehenden Gebäuden werden Anforderungen an den Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen gestellt.
- Wie schon vorhin erwähnt, bestehen Verpflichtungen zum Nachrüsten von veralteten heizungstechnischen Anlagen. Außerdem müssen ungedämmte Wasserleitungen und Geschossdecken nachträglich gedämmt werden.

Die mithilfe dieser Maßgaben angestrebten Werte bei Niedrigenergiehäusern, die nach der EnEV nun zum Standard werden, sind Tabelle 4-1 zu entnehmen.

Tabelle 4-1: Ausgewählte Kennwerte bei Niedrigenergiehäusern [4.21]

Heizenergiebedarf	40-100 kWh/(m^2a)
Heizwärmebedarf	30-75 kWh/(m^2a)
Lüftungswärmebedarf	20-70 kWh/(m^2a)
Transmissionswärmebedarf	20-50 kWh/(m^2a)
Solare Wärmegewinne	10-25 kWh/(m^2a)
Aufwand Wärmeabgabe	2-4 kWh/(m^2a)
Aufwand Wärmeerzeugung	4-8 kWh/(m^2a)
Aufwand Wärmeverteilung	4-8 kWh/(m^2a)
Warmwasser-Nutzwärme	6-18 kWh/(m^2a)

Welche Auswirkungen die ständige Verschärfung der Anforderungen auf den Energieverbrauch hatte, und welche Veränderungen in Bezug auf die letzte WschVo aus dem Jahre 1995 zu erwarten sind, ist in Tabelle 4-2 zu erkennen.

Tabelle 4-2: Mittlerer Energiebedarf pro m^2 Wohnfläche [4.12]

1. WschVo	1977-1984	unter 200 kWh/(m^2a)
2. WschVo	1984-1995	150 kWh/(m^2a)
3.WschVo	1995-2002	100 kWh/(m^2a)
EnEV	ab 2002	70 kWh/(m^2a)

4.3.4 Energieeinsparpotenziale bei Büro- und Verwaltungsgebäuden

Kennwerte

Möglichkeiten der Energieeinsparung bestehen unter anderem bei Büro- und Verwaltungsgebäuden. In den Verbrauchssektoren Industrie und Kleinverbraucher, in denen diese Gebäude enthalten sind, wurden 1998 etwa 20% des Endenergieverbrauchs in Deutschland umgesetzt. Damit muss man dem Bereich der Büro- und Verwaltungsgebäude eine wichtige Rolle bei der Erreichung der CO2-Vorgaben einräumen. Im Gegensatz zu Wohngebäuden haben diese Gebäude einen wesentlich geringeren Bedarf an Heizwärme, aber einen bedeutend höheren elektrischen Energiebedarf, welcher in erster Linie durch Beleuchtung verursacht wird. Der Primärenergiebedarf ist für beide Gebäudearten vergleichbar. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass in der EnEV der Strombedarf für Beleuchtung u. ä. nicht berücksichtigt wird und somit auch nicht in den Primärenergiebedarf mit einfließt. Angestrebt wird eine Senkung der Jahresbedarfswerte auf ca. 40 kWh/m^{2}a für Heizenergie und 20 kWh/m^{2}a für elektrische Energie.

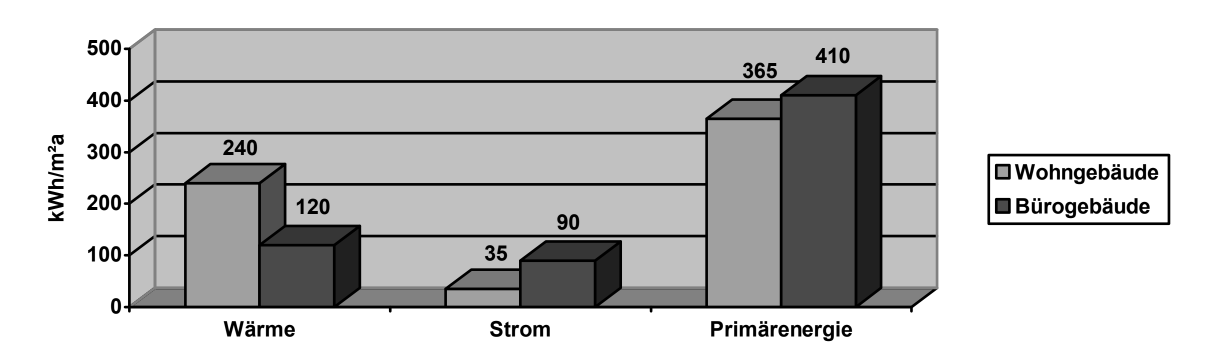


Bild 4-12: Energiebedarf bei Wohn- und Bürogebäuden [4.3]

Energieeffiziente Techniken

Durch den Einsatz neuer Techniken und die sorgfältige Planung und Umsetzung der Maßnahmen lässt sich, wie vorhin erwähnt, der Energiebedarf deutlich gegenüber dem heutigen Stand senken. Einige dieser energieeffizienten Techniken sind hier aufgeführt [4.3].

Vakuumpaneele

Bei der Senkung des Heizwärmebedarfs spielen schlanke und hochdämmende Vakuumpaneele neuerdings eine besondere Rolle, da durch sie zusätzlich teurer Nutzraum eingespart wird. Das physikalische Prinzip dieser Dämmung ähnelt dem der Thermoskanne. Auf diese Weise lassen sich schlanke Konstruktionen mit einer 8 bis 10-mal niedrigeren Wärmeleitfähigkeit

realisieren. Insbesondere die Integration der Vakuumdämmungen in Isolierverglasungen eröffnet neue Möglichkeiten der Dämmung von Fassaden.

Wärmerückgewinnungsanlagen

Eine weitere Möglichkeit ist der Einsatz von Lüftungsanlagen mit hoch effizienten Wärmerückgewinnungsanlagen. Je nach Wärmetauscher können Wirkungsgrade von 50 bis 99 % erreicht werden. Dies bedeutet eine wesentliche Einsparung, da die Lüftungsverluste in Niedrigenergiehäusern heute einen Anteil von 30 bis 50 % der Transmissionsverluste ausmachen.

Heiz-/Kühlregister

Des Weiteren können Trennwände zur Raumtemperierung herangezogen werden. Dabei werden in übliche Gipsständerwände platzsparend Heiz-/Kühlregister integriert, die je nach Bedarf heizen oder kühlen. Diese Technik ist auch für Sanierungen gut geeignet.

Brüstungsmoduln

Nur kurz erwähnt werden soll an dieser Stelle die Möglichkeit des Einbaus von Brüstungsmoduln mit luftgekühltem Sonnenschutz. Diese Technik bietet sich vor allem an, wenn ein außen liegender Sonnen- und Blendschutz nicht realisierbar ist. Eine genauere Beschreibung der Funktionsweise wäre an dieser Stelle zu umfangreich.

Tageslichtnutzung

Eine Absenkung des Strombedarfs lässt sich außerdem durch eine intelligente Tageslichtnutzung erreichen. Diese Technik erfordert ein optimales Zusammenspiel von außen liegendem Sonnenschutz, lichtlenkendem Oberlicht und einer hoch effizienten dimmbaren Kunstlichtanlage. Auf eine detaillierte Beschreibung wird auch hier verzichtet.

4.3.5 Fazit

Die EnEV setzt im Bauwesen völlig neue Maßstäbe im Bereich der Energieeinsparung und des Klimaschutzes. Die darin enthaltenen Maßgaben sind im Vergleich zu den vorangegangenen Wärmeschutzverordnungen verhältnismäßig hoch. Ob allerdings die hochgesteckten Anforderungen tatsächlich von der Theorie in die Praxis umgesetzt werden können, und die angestrebten Ergebnisse erreicht werden, wird sich erst in den nächsten Jahren zeigen. Nur wenn es wirklich gelingt, die unterschiedlichen Gewerke zusammenzuführen und das gesamtheitliche Konzept der EnEV bereits in der Planung umzusetzen, werden von ihr die gewünschten Effekte ausgehen.

4.4 Fassaden

Bearbeitet von Tobias Janknecht

4.4.1 Allgemeines

Die Fassade eines Gebäudes hat viele Funktionen. Sie dient als gestalterisches Element und soll einen guten optischen Eindruck vermitteln.

Des Weiteren müssen Fassaden viele Jahrzehnte lang Feuchtigkeit und Nässe, wie z. B. Schlagregen abwehren und damit die Bausubstanz schützen, sowie winddicht sein. Sie müssen großen Temperaturschwankungen von -20 °C bis +60 °C ohne Rissbildung überstehen und mechanischen Einwirkungen wie z. B. einem Hagelschlag standhalten.

Sie haben in der heutigen Zeit außerdem die Aufgabe, die Wärmeverluste zu reduzieren und vor Schalleinwirkungen zu schützen.

Feuchtetechnisch sollen Fassaden so ausgebildet werden, dass es zu keiner Tauwasserbildung kommt. Sie sollen nach außen dampfdiffusionsoffen (atmungsaktiv) sein, damit eine eingeschlossene Baufeuchte rasch austrocknen kann.

Fassaden gibt es in den verschiedensten Ausführungen und Varianten.

Diese lassen sich aus den unterschiedlichsten Materialien herstellen. Dazu zählen Mauerwerk, Glas, Stahl und andere Baustoffe.

Eine besondere Art der Fassade ist die Glasdoppelfassade (GDF). Im folgenden Teil wird auf diesen speziellen Fassadentyp eingegangen.

GDF werden heftig und kontrovers diskutiert. Die Einen betrachten sie als Ausdruck fortschrittlichen Gestaltungswillens und als zukunftsträchtiges, ökologisches Fassadenkonzept. Die Anderen sehen sie skeptisch bzw. im hiesigen Klima als verfehlt an [4.8].

4.4.2 Entwicklung und Nutzung der GDF

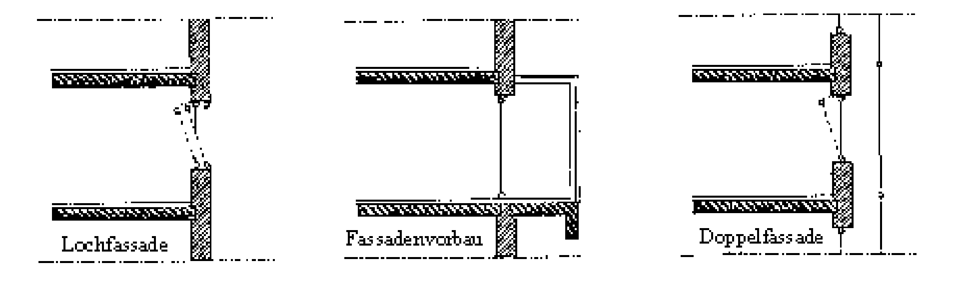


Bild 4-13: Schematisierte Vertikalschnitte durch Fassaden nach [4.15]

Die Bilder zeigen, wie sich aus einer Lochfassade – über einen Fassadenvorbau – eine GDF entwickelt.
Der Fassadenzwischenraum zwischen den Schalen, der auch als Luftspalt bezeichnet wird, kann je nach Abstand der außen liegenden Glasscheibe

- nicht betretbar sein und nur der Unterbringung einer zwischen den Schalen angeordneten Sonnenschutzvorrichtung dienen,
- zu Reinigungszwecken begehbar sein oder
- in Wintergartenmanier als Besprechungs- oder Aufenthaltsraum genutzt werden.

Der Luftspalt dient außerdem – in Verbindung mit Öffnungen in der Außen- oder in der Innenschale (oder in beiden) – zur Luftführung.

Bild 4-14: Schematisierte Vertikalschnitte durch Fassaden [4.8]

4.4.3 Drei Merkmalkategorien der GDF

In den letzten Jahren ist eine ständig wechselnde Vielfalt von GDF entwickelt worden. Diese lassen sich in einem systematischen Ordnungsversuch nach W. Lang [4.16] unterteilen. Hierbei sind mehrere Kriterien denkbar:

- Ein Punkt ist die Anordnung der Glas-Doppelschale. Diese liegt innerhalb der Außenwandkonstruktion, ist partiell vorgelagert oder erstreckt sich ganzflächig über die Außenwand.
- Ein weiteres Merkmal ist die Art der Lüftung. Hier werden zwei Lüftungsarten unterschieden. Die Erste ist die Dauerhinterlüftung, wobei ein äußerer Glasabschluss vorgehängt ist, bei dem eine permanente Verbindung zwischen der Luft im Zwischenraum und dem Außenbereich besteht. Bei der Zweiten handelt es sich um eine regulierbare Hinterlüftung. Die geschlossene Außenfassade besitzt Zu- und Abluftöffnungen.
- Als letzter Unterscheidungspunkt gilt die Segmentierung der Glas-Doppelschale. Der Fassadenzwischenraum zwischen den Schalen, der auch als Luftspalt bezeichnet wird, ist durchgehend ausgeführt oder schottenartig unterteilt. Die Abschottungen verhindern geschossübergreifende Luftströmungen, sodass sich verbrauchte Abluft nicht mit frischer Zuluft vermengen kann. Ebenso sind die Abschottungen dazu in der Lage die Schallübertragung zwischen Bereichen mit geöffneten Fenstern wirkungsvoll zu verhindern.

4.4.4 Vergleich einer Einfachfassade mit drei GDF-Systemen [4.16]

Im folgenden Teil wird ein thermischer Vergleich einer Einfachfassade mit drei GDF-Systemen durchgeführt. Dabei werden zum einen der spezifische Heizenergiebedarf, sowie die Überhitzungsstunden dieser vier verschiedenen Fassadensysteme untersucht.
Bei den vier betrachteten Fassadensystemen handelt es sich um:

Typ 1: Einfachfassade

Die Außenhaut besteht aus einer hinterlüfteten, vorgehängten, wärmegedämmten Fassade.
Die Fenster sind öffenbar und es ist ein Sonnenschutz vorgehangen.

Typ 2: Fassade mit vorgehängter Scheibe

Vor die unter Typ 1 beschriebene Fassade wird eine Glasscheibe aus 5 mm dickem Klarglas im Abstand von 308 mm montiert. Jeweils 3 Geschosse sind thermisch und strömungstechnisch miteinander verbunden, wobei luftdurchlässige Lichtgitterroste die Luftzirkulation zwischen den Geschossen ermöglichen. Zu- und Abluftöffnungen mit Wetterschutzgittern befinden sich über der gesamten Fassadenbreite im unteren und oberen Geschoss.

Typ 3: Kastenfenster

Der Aufbau ist wie bei Typ 2, allerdings sind hier alle Stockwerke thermisch und strömungstechnisch voneinander getrennt. Um eine thermische Beeinflussung der übereinander liegenden Stockwerke zu verhindern, sind die Zu- und Abluftöffnungen diagonal angeordnet.

Typ 4: Fassade mit öffenbarer, vorgehängter Scheibe

Ausführung wie bei Typ 2, jedoch besteht hier die äußere Glasfront aus einzelnen 30 cm großen Glassegmenten, die automatisch in Abhängigkeit der Außentemperatur geöffnet werden können.

4.4.5 Spezifischer Heizenergiebedarf:

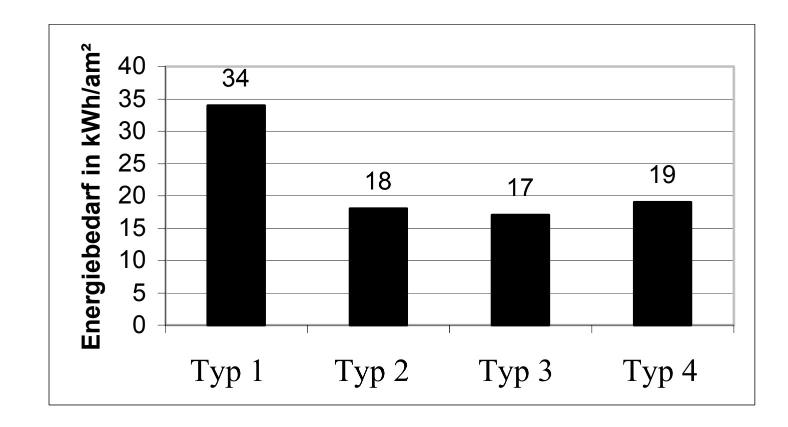


Bild 4-15: Heizenergiebedarf in kWh/(m^2a)

Das Gebäude mit Einfachfassade besitzt im Vergleich zu den Doppelfassadensystemen einen fast doppelt so hohen spezifischen Heizenergiebedarf.

Der Unterschied zwischen den verschiedenen Doppelfassadensystemen stellt sich als vergleichsweise gering dar.

Grund: Durch den Glashauseffekt erfährt das Gebäude mit einer zweischaligen Fassade einen großen solaren Energieeintrag. Die Größe der Segmente und die Art der Belüftung spielen dabei eine untergeordnete Rolle.

4.4.6 Überhitzungsstunden

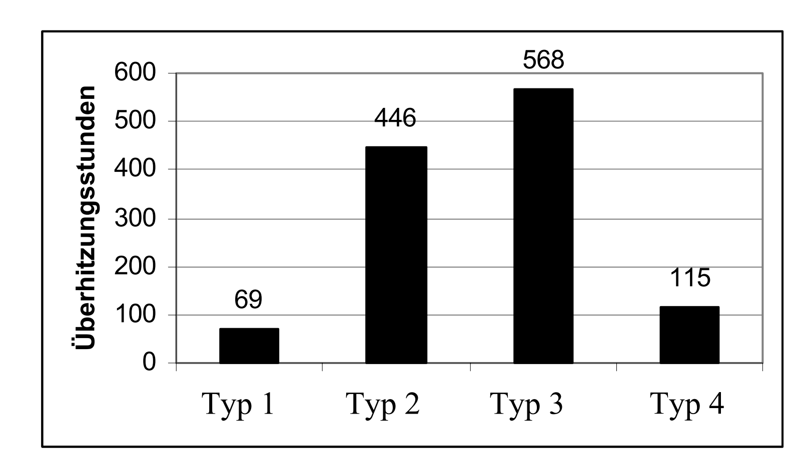


Bild 4-16: Anzahl der Überhitzungsstunden über 28 °C je Jahr

Auf dem Diagramm kann man erkennen, dass bei den geschlossenen Doppelfassadensystemen (Typ 2 und 3) bis zu 8 mal so viele Überhitzungsstunden (T > 28 °C) auftreten, wie bei dem Einfachfassadensystem (Typ 1). Die größte Anzahl an Überhitzungsstunden wurde beim Kastenfenster (TYP 3) ermittelt, bei dem mit 20 % der Nutzungszeit das Temperaturniveau von 28 °C überschritten wurde.

Vorteilhaft erweist sich hier die zu öffnende GDF (Typ 4), bei der allerdings die Anzahl der Überhitzungsstunden deutlich über der, der Einfachfassade liegt.
An den Überhitzungsstunden werden die Probleme der nicht zu öffnenden Doppelfassade deutlich.
Der solare Zugewinn, der sich bei der Doppelfassade im Winter vorteilhaft erwiesen hat, führt im Sommer zu erheblichen Problemen.

4.4.7 Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der GDF

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Vor- und Nachteile einer GDF auf.

Tabelle 4-3: Gegenüberstellung der Pro- und Contra-Argumente bei der GDF-Diskussion [4.16]

	Vorteile	**Nachteile**
Schall	GDF bieten einen verstärkten Schallschutz bei Außenlärm.	GDF müssen zu Lüftungszwecken geöffnet werden. Dann sinkt die Schallschutzwirkung. Der Luftspalt steigert die Schallübertragung.
Heizenergie, Winter	GDF sind energiesparend, weil sie Solarenergie wie ein Kollektor einfangen.	Bei den infrage stehenden Gebäuden mit hohen internen Wärmelasten ist Energieeinsparung kein Thema.
Kühlenergie, Sommer	Sommerliche Hitze kann über den GDF-Luftspalt abgeführt werden.	Im GDF-Luftspalt tritt eine starke sommerliche Erwärmung auf, welche den dahinter liegenden Raum zum Brutkasten macht.
Raumklima, Lüftung	GDF verbessern das Raumklima bei natürlicher Lüftung.	Bei GDF ist ein behagliches Raumklima nur mit (mechanischen) HVAC-Anlagen möglich. Im GDF-Luftspalt findet eine Geruchsübertragung statt.
Sonnenschutz	GDF gestatten im Luftspalt eine sturmsichere Anbringung des Sonnenschutzes.	Ein sicherer Sonnenschutz kann auch in eine Hochhaus-Lochfassade integriert werden.
Fensteröffnen	GDF gestatten das vom Nutzer gewünschte Fensteröffnen auch bei großen Gebäudehöhen.	Mit arretierbaren Fensterbeschlägen ist das Fensteröffnen auch bei einer normalen Hochhaus-Fassade möglich.
Licht	GDF ermöglichen den Einbau lichtlenkender Elemente.	Lichtlenkung ist auch bei Lochfassaden möglich. Die äußere Glashaut mindert den Tageslichteinfall erheblich.
Kosten	GDF senken die Betriebskosten des Gebäudes (Energiekosten).	GDF sind von den Investitionskosten extrem teuer. Sie verursachen ferner hohe Betriebskosten (Reinigung von 4 Glasoberflächen).

4.4.8 Fazit

Anhand der aufgezeigten Versuchsergebnisse, sowie der Pro- und Contra-Argumente, wird die Problematik der GDF deutlich. GDF führen z. B. nur im Winter zu einer Energieeinsparung, im Sommer steigen jedoch die Energiekosten infolge der Überhitzung. GDF sind in unseren Breiten im Bereich der Bauphysik nicht sinnvoll und auch in finanzieller Hinsicht unrentabel. Allein ihre gestalterische Funktion führt zum häufigen Einbau an Hochhäusern.

4.5 Literatur

[4.1] Arnold, D. (Hrsg): Handbuch der Logistik. Springer Verlag, Berlin 2002

[4.2] Baumgarten, H.; Darkow, I. L.; Walter, S.: Trends und Strategien in der Logistik. TU-Berlin, Bundesvereinigung Logistik e.V. 2000

[4.3] Beck, A.; Geuder, N.; Drach, V.; Fricke, J.: Energieeinsparpotentiale und energieeffiziente Systeme für Büro und Verwaltungsbauten. Heizung Lüftung/Klima Haustechnik (HLH) 52 (2001), H. 11, S. 28 - 35

[4.4] Cischek, M.: Ablaufplanung. Skript, Universität Essen

[4.5] Drees, G.; Spranz, D.: Handbuch der Arbeitsvorbereitung in Bauunternehmen. Bauverlag, Wiesbaden 1976

[4.6] Dressel, G.: Die Arbeitsstudie im Baubetrieb. Bauverlag GmbH, Wiesbaden 1961

[4.7] Fleischmann, H.-D.: Bauorganisation. 3. Auflage, Werner-Verlag, Düsseldorf 1997

[4.8] Gertis, K.: Sind neuere Fassadenentwicklungen bauphysikalisch sinnvoll? Teil 2: Glas-Doppelfassaden (GDF). Bauphysik 21 (1999), H. 2, S. 54-66.

[4.9] Gudehus, T.: Logistik, Band 1. Springer Verlag, Berlin 2000

[4.10] Handbuch Arbeitsorganisation Bau. Heft 1.03, Zeittechnik-Verlag, Dreieich 1981

[4.11] Hegner, H.-D.: Die neue EnEV – Perspektiven für das energieeffiziente und umweltschonende Bauen. Hebel, Bauphysik-Kalender, Ernst & Sohn Verlag, Berlin 2001

[4.12] Hegner, H.-D.: Die Energieeinsparverordnung 2000: Planung – Ausführung – Perspektiven für neue Märkte. Zeitschrift für Wärmeschutz, Kälteschutz, Schallschutz, Brandschutz (wksb) 43/1999, S. 16 - 21

[4.13] Ihde, G. B.: Transport, Verkehr, Logistik. Franz Vahlen Verlag, München 1991

[4.14] Jünemann, R.: Materialfluß und Logistik. Springer Verlag, Berlin 1989

[4.15] Kornadt, O.; Lehmann, L.; Zapp, F.: Sind neuere Fassadenentwicklungen bauphysikalisch sinnvoll? Teil 1: Glas-Doppelfassaden (GDF). Bauphysik 21 (1999), H. 1, S. 10-18.

[4.16] Lang, W.: Zur Typologie mehrschaliger Gebäudehüllen aus Glas. unveröffentlicht

[4.17] Schulte H.-H.: Die Energieeinsparung und deren wesentliche Einflussfaktoren. Wärmetechnik – Versorgungstechnik 46 (2001), H. 2, S. 32 - 39

[4.18] Seeling, R.: Unternehmensplanung im Baubetrieb. B.G. Teubner, Stuttgart 1995

[4.19] Spranz, D.: Arbeitszeiten im Baubetrieb. Bauverlag GmbH, Wiesbaden 1975

[4.20] Verdingungsverordnung für Bauleistungen VOB/2000, Beuth Verlag, Berlin 2000

[4.21] Wolff, D.: Übergang zu Gebäuden mit niedrigsten Bedarfswerten unverzichtbar. Wärmetechnik – Versorgungstechnik 45 (2000), H. 1, S. 28 - 32

Bisher erschienene Hefte dieser Reihe

Heft 1 M. Durán, C. Hausmann, O. Klingmüller, M. Lawo, G. Pape, G. Thierauf, A. Topcu: Kram' 76, ein Fortran-Programm zur Berechnung allgemeiner Tragwerke, Teil l, 1977.

Heft 2 O. Klingmüller: Erweiterung der starrplastischen Traglastberechnung und -bemessung auf stochastische Variable;

M. Lawo: Querschnittsoptimierung als Anwendung der mathematischen Optimierungsverfahren, 1977.

Heft 3 M. Durán, C. Hausmann, O. Klingmüller, M. Lawo, G. Pape, G. Thierauf, A. Topcu: Kram' 76, ein Fortran-Programm zur Berechnung allgemeiner Tragwerke, Teil 2: Benutzerhandbuch, 1978.

Heft 4 H. Nendza: Grundbau und Bodenmechanik an der Universität Essen-GHS, ein Überblick zu Lehre, Forschung und praktischer Anwendung, 1978.

Heft 5 R. de Boer, H. Prediger: Tensorrechnung, Grundlagen für Ingenieurwissenschaften, 1978.

Heft 6 W. Walther: Zur Formulierung der Plastizitätstheorie im Dehnungsraum, 1979.

Heft 7 W. Schulte: Die Tragfähigkeit rippenloser Endauflager von Walzträgern, 1979.

Heft 8 R. de Boer, H. Prediger: Tensorrechnung in der Mechanik – Ausgewählte Kapitel, 1979.

Heft 9 O. Klingmüller: Anwendung der Traglastberechnung für die Beurteilung der Sicherheit von Konstruktionen, 1979.

Heft 10 A. Topcu: Ein Beitrag zur systematischen Berechnung finiter Elementtragwerke nach der Kraftmethode, 1979.

Heft 11 M. Durán: Variationsprinzipien in der Elastodynamik – Lösung mit dem Kraftgrößenverfahren, 1979.

Heft 12 G. Pape: Eine quadratische Approximation des Bemessungsproblems idealplastischer Tragwerke, 1980.

Heft 13 K. Kiessl, K. Gertis: Feuchtetransport in Baustoffen – Eine Literaturauswertung zur rechnerischen Erfassung hygrischer Transportphänomene, 1980.

Heft 14 R. de Boer, W. Ehlers: Grundlagen der isothermen Plastizitäts- und Viskoplastizitätstheorie, 1980.

Heft 15 K. R. Ulrichs: Untersuchungen über das Trag- und Verformungsverhalten verankerter Schlitzwände in rolligen Böden, 1980.

Heft 16 W. Buschmeyer, G. Iványi: Biegeversuche an Plattenstreifen mit zentrischer Vorspannung ohne Verbund, 1981.

Heft 17 G. Iványi, M. Schäper: Kälteschockversuche an unbewehrten Betonscheiben, 1981.

Heft 18 W. Schulte: Querkraftbeanspruchte I-Trägeranschlüsse mit Winkeln – Anschluß am Unterzug –, 1982.

Heft 19 G. Iványi, R. Lardi: Trag- und Verformungsverhalten von netzbewehrten Stahlbetonplatten, 1982.

Heft 20 W. Buschmeyer, G. Iványi: Versuche an Biegetragwerken mit Vorspannung ohne Verbund, 1983.

Heft 21 K. Gertis, W. Leschnik, S.R. Mehra: Zusatzdämpfung der Bebauung bei der Schallausbreitung in Wohngebieten, 1983.

Heft 22 W. Buschmeyer: Vorspannung ohne Verbund – Bemessung und Konstruktion, 1983.

Heft 23 R. de Boer, D. Meyer: Wellenfortpflanzung in elastisch viskoplastischen Körpern, 1983.

Heft 24 K. Gertis: The non-steady state thermal behaviour of a building, 1984.

Heft 25 G. Iványi, M. Schäper: Kälteschockversuche an bewehrten und unbewehrten Betonplatten, 1984.

Heft 26 G. Iványi, M. Schäper: Versuche zum Biegerißverhalten bei tiefen Temperaturen unter Lasten und Zwang, 1984.

Heft 27 M. Schäper: Tieftemperaturbeanspruchte Spannbetonbehälter – Sicherheitsbehälter für verflüssigte Gase –, 1984.

Heft 28 M. Stracke, H. Schmidt: Beulversuche an längsnahtgeschweißten stählernen Kreiszylinderschalen unter Außendruck im elastisch-plastischen Bereich, 1984.

Heft 29 G. Iványi, R. Lardi: Torsionsversuche an netzbewehrten Stahlbetonplatten, 1985.

Heft 30 R. Lardi: Zur Bemessung von Flächentragwerken aus Stahlbeton mit Netzbewehrung beliebiger Orientierung, 1985.

Heft 31 G. Iványi, J. Samol: Versuche zur Schubtragfähigkeit an Balkentragwerken mit Vorspannung ohne Verbund, 1985.

Heft 32 G. Iványi, W. Buschmeyer: Fallstudie zum Biegetragverhalten bei teilweiser Vorspannung, 1985.

Heft 33 G. Iványi, R. Lardi, A. Eßer: Recycling Beton – Zuschlag aus aufbereitetem Bauschutt –, 1985.

Heft 34 G. Iványi, M. Fastabend: Biegeversuche an hohen Stahlbetonbalken bei tiefen Temperaturen, 1985.

Heft 35 H. Nendza, Ch. Heckötter: Die Verwendung von aufbereitetem Bauschutt im Erd- und Straßenbau, 1985.

Heft 36 M. Dohmann, J. Tränkler: Abwasser- und abfalltechnische Aspekte bei der Verwendung aufbereiteten Bauschutts, 1986.

Heft 37 H. Schmidt, U. Kocabiyik: Ebenheitsabweichungen geschweißter Blechkonstruktionen des Stahlhochbaues, 1986.

Heft 38 M. Stracke, H. Düsing, R. Krysik, H. Schmidt: Belastungs- und Beulversuche an axialsymmetrisch belasteten Rotationsschalen aus Metall im elastischplastischen Bereich zur Überprüfung nichtlinearer Rechenprogramme, 1986.

Heft 39 H. Hettwer, E. Heumann, J. Kunz, R. Steffenbröer: Erschütterungen an Verkehrswegen. Eine Literaturauswertung zur Entstehung, Ausbreitung, Wirkung und Abschirmung, 1986.

Heft 40 R. de Boer, W. Ehlers: Theorie der Mehrkomponentenkontinua mit Anwendung auf bodenmechanische Probleme, Teil I, 1986.

Heft 41 M. Knobloch, H. Schmidt: Tragfähigkeit und Tragverhalten stahlbauüblicher Schrauben unter reiner Scherbeanspruchung und unter kombinierter Scher-Zugbeanspruchung, 1987.

Heft 42 M. Fastabend: Zum Trag- und Verformungsverhalten lastbeanspruchter Stahlbetonkonstruktionen bei tiefen Temperaturen, 1987.

Heft 43 H. Schmidt, K.-G. Tarsten: Beulversuche an stählernen Kreiszylinderschalen unter Axialdruckbelastung im hochplastischen Bereich, 1988.

Heft 44 G. Iványi, R. Sommer: Bau eines fugenlosen Regenüberlaufbeckens – Messungen während der Ausführung, 1988.

Heft 45 G. Iványi, W. Buschmeyer: Anwendung hartkornverzahnter Epoxidbeläge für nachträgliche Querschnittsergänzungen von Biegetragwerken im Schubbereich I, 1989.

Heft 46 W. Schulte: Die Gestaltfestigkeit ebener geschweißter Fachwerkknoten ohne Knotenblech mit verstärkten Gurten aus I-förmigen Walzträgern, 1989.

Heft 47 W. Ehlers: PORÖSE MEDIEN – ein kontinuumsmechanisches Modell auf der Basis der Mischungstheorie, 1989.

Heft 48 R. E. Beddoe, M. J. Setzer: Änderung der Zementsteinstruktur durch Chlorideinwirkung, 1990.

Heft 49 M. J. Setzer: Prüfung des Frost-Tausalz-Widerstandes von Betonwaren, 1990.

Heft 50 I. E. Avramidis, J. Menkenhagen, E. Portillo Garcia: Zur Modellierung und Berechnung ebener Stahlbeton-Rahmentragwerke bei seismischer inelastischer Beanspruchung – eine Übersichtsstudie –, 1990.

Heft 51 R. Krysik, H. Schmidt: Beulversuche an längsnahtgeschweißten stählernen Kreiszylinder- und Kegelstumpfschalen im elastisch-plastischen Bereich unter Meridiandruck- und innerer Manteldruckbelastung, 1990.

Heft 52 M. Knobloch, H. Schmidt: Statistische Tragfähigkeitsdaten industriell gefertigter Schrauben unter vorwiegend ruhender Zug- und Abscherbeanspruchung im Gewinde, 1990.

Heft 53 R. de Boer: Theorie poröser Medien – historische Entwicklung und gegenwärtiger Stand, 1991.

Heft 54 R. de Boer, W. Ehlers, S. Kowalski, J. Plischka: Porous media – a survey of different approaches, 1991.

Heft 55 R. de Boer, P. V. Lade: Towards a general plasticity theory for empty and saturated porous solids, 1991.

Heft 56 M. J. Setzer, R. Auberg: Frost-Tausalz-Widerstand von Betonpflastersteinen – Korrelation und Vergleich zwischen dem CDF Test und dem Slab Test, 1994.

Heft 57 H. Düsing, H. Schmidt: Beulversuche an stählernen Kreiszylinderschalen mit angeschweißten Längssteifen unter Axialdruckbelastung im elastisch-plastischen Bereich, 1991.

Heft 58 G.I.N. Rozvany, M. Zhou: Optimality Criteria Methods for Large Structural Systems, 1993.

Heft 59 G.I.N. Rozvany, M. Zhou, O. Sigmund: Topology Optimization in Structural Design, 1993.

Heft 60 H. Hettwer, J. Kunz: Methoden zur Bestimmung von Einflußparametern verkehrsbedingter Erschütterungen durch Eisenbahnen, 1994.

Heft 61 J. Adolphs: Thermodynamische Beschreibung der Sorption, 1994.

Heft 62 M. J. Setzer, R. Auberg, V. Hartmann: Bewertung des Frost-Tausalz-Widerstandes von Transportbeton, 1994.

Heft 63 W. Richwien, W. Magda: Design Levels for Offshore Structures – State-of-the-Art and Instantaneous Pore-Pressure Model, 1994.

Heft 64 M. J. Setzer: Interaction of Water with Porous Materials, 1996, nicht erschienen.

Heft 65 R. Hohmann, M. J. Setzer: Untersuchung des hygrischen Verhaltens und der Porenstruktur mineralischer Innenputze, 1996, nicht erschienen.

Heft 66 Festschrift des Fachbereichs 10 zum 60. Geburtstag von Herrn Prof. Dr. R. de Boer, 1995.

Heft 67 H. Liu: Nichtlineare bruchmechanische Untersuchungen an Beton und Stahlbeton, 1996.

Heft 68 P. Swadlo, H. Schmidt: Experimental and Numerical Investigations on Cone/Cone and Cone/Cylinder Shell Assemblies under Axial Compression and External Pressure, 1996, nicht erschienen.

Heft 69 G.I.N. Rozvany, D. Gerdes, W. Gollub: Ein analytischer Computeralgorithmus zum Auffinden optimaler Tragstrukturen bei Biegebeanspruchung, 1996.

Heft 70 I. Düsing, H. Schmidt: Beulversuche an stählernen Kreiszylinderschalen mit angeschweißten Ringsteifen unter Außendruckbelastung, 1996.

Heft 71 B. Binder, H. Schmidt: Experimentelle Untersuchungen zum elastischen Beul- und Nachbeulverhalten extrem dünnwandiger, einseitig offener Kreiszylinderschalen mit und ohne Randversteifung unter konstantem Manteldruck, 1996.

Heft 72 Y. Hu: Biegetragverhalten von ohne Verbund vorgespannten Tragwerken, 1996.

Heft 73 J. Bluhm, R. de Boer, J. Skolnik: Allgemeine Plastizitätstheorie für poröse Medien, 1996.

Heft 74 J. Bluhm: A consistent model for saturated porous media, 1997.

Heft 75 M. Zhou: Beiträge zur Tragwerksoptimierung, 1997.

Heft 76 K. Hautala, H. Schmidt: Bückling Tests on Axially Compressed Cylindrical Shells Made of Various Austenitic Stainless Steels – Under Ambient and Elevated Temperatures, 1998.

Heft 77 H. Patt: Naturnahe Gestaltung von Fliessgewässern, 1998.

Heft 78 H. Lange, H. Schmidt: Ergänzende experimentelle Untersuchungen zum Nachbeulverhalten dünnwandiger, einseitig offener, randversteifter Kreiszylinderschalen unter konstantem und windähnlichem Manteldruck, 1998.

Heft 79 W. Buschmeyer: Neuere Aspekte im Betonbau – Theorie und Praxis, 1998.

Heft 80 EU - Wasserrahmenrichtlinie, Vorträge, Seminarveranstaltung vom 25. Februar 1999, Zsst. der Vortr.: H. Patt, V. Zersch, 1999.

Heft 81 D. Velickov, H. Schmidt: Beulversuche an stählernen Kreiszylinderschalen mit unversteiften und randversteiften Mantelöffnungen unter Axialdruck, 1999.

Heft 82 Th. Winterstetter, H. Schmidt: Beulversuche an längsnahtgeschweißten stählernen Kreiszylinderschalen im elastisch-plastischen Bereich unter Axialdruck, Innendruck und Torsionsschub, 1999.

Heft 83 W. Richwien, K. Lesny, E. Perau, Z. Wang: Some Aspects on Subsoil Failure of Vertical Breakwaters, 2000.

Heft 84 Seminarband zum 1. Essener Baupraxis-Seminar 1998/1999, red. Bearb.: V. Kühne, M. Kattenbusch, 1999.

Heft 85 Ökologische Entwicklung von Fließgewässern, Vorträge, Seminarveranstaltung vom 24. Februar 2000, Zsst. der Vortr.: H. Patt, V. Zersch, 2000.

Heft 86 G. Iványi, W. Buschmeyer, U. Paas: Offene Becken: Einwirkung und Widerstand im Bereich der Wasserwechselzone – Entwurf, Ausführung, Instandhaltung, 2000.

Heft 87 Seminarband zum 2. Essener Baupraxis-Seminar 1999/2000, red. Bearb.: J. Schönharting, E. Straube, H. Prediger, G. Iványi, W. Buschmeyer, W. Richwien, 2000.

Heft 88 Erfahrungen mit flexiblen Bedienweisen im ÖPNV während der Nachtstunden (2000), Tagungsband, red. Bearb.: S. Rode, 2001.

Heft 89 EU-Wasserrahmenrichtlinie in NRW – Hinweise zur Umsetzung in die Praxis, Vorträge, Seminarveranstaltung vom 01. März 2001, red. Bearb.: H. Patt, V. Zersch, 2001.

Heft 90 G. Iványi, W. Buschmeyer: Arbeitsfugen mit Spanngliedkopplungen älterer Spannbetonbrücken, Teil I: Beurteilung des Erhaltungszustandes, 2001.

Heft 91 R. Dillmann: Einfluß der Altbetonfestigkeit auf die Eigenschaften des unter Verwendung von Betonsplitt hergestellten Betons, 2002.

Heft 92 G. Iványi, W. Buschmeyer: Arbeitsfugen mit Spanngliedkopplungen älterer Spannbetonbrücken, Teil II: Objektbezogene Schadenanalyse, Instandsetzungsbedarf, 2002.

Heft 93 Seminarband zum 3. Essener Baupraxis-Seminar 2001/2002, red. Bearb.: B. Baier, R. Koenen, 2002.

Heft 94 EU-Wasserrahmenrichtlinie – Signifikante anthropogene Belastungen, Was ist gemeint? – Wie wird ermittelt?, Vorträge, Seminarveranstaltung vom 11. Oktober 2001, red. Bearb.: H. Patt, V. Zersch, 2002.

Heft 95 A. Jakubowski, H. Schmidt: Experimentelle Untersuchungen an imperfekten vorgespannten geschraubten Ringflanschstößen unter Rohrbiegebelastung, 2002.

Heft 96 Vorsorgender Hochwasserschutz, Vorträge, Seminarveranstaltung vom 21. Februar 2002, red. Bearb.: H. Patt, V. Zersch, 2002